

Edición en español

ISSN 2316-4891 (en línea)  
ISSN 2316-4833 (impresa)



# Coleção Meira Mattos

## revista das ciências militares



Escola de Comando e Estado-Maior do Exército  
v. 17 n. 59 mayo/agosto 2023

---

#### **CONSEJO EDITORIAL**

**Gen Bda Sergio Manoel Martins Pereira Junior**  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército,  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

#### **Cel Alexandre Santana Moreira**

Escola de Comando e Estado-Maior do Exército,  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

#### **EDITOR**

##### **Prof. Dr. Tássio Franchi**

Escola de Comando e Estado-Maior do Exército  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

#### **ASESORIA EDITORIAL**

Carlos Shigueki Oki  
OKI Serviços de Informação e Imagem

#### **REVISIÓN DEL LENGUAJE**

Maj Mônica da Silva Boia  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército  
Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

1º Ten Raquel Luciano Gomes

Escola de Comando e Estado-Maior do Exército  
Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

#### **SERVICIOS EDITORIALES**

COMUNICA

#### **DIAGRAMACIÓN**

COMUNICA

#### **CONSEJO CIENTÍFICO**

##### **Prof. Dr. Antônio Carlos Moraes Lessa**

Universidade de Brasília  
Brasília, DF, Brasil.

##### **Prof. Dr. Antonio Fonfría Mesa**

Universidad Complutense de Madrid  
Madrid, España.

##### **Prof. Dr. Daniel Zirker**

University of Waikato  
Hamilton, New Zealand.

##### **Prof. Dr. Fernando da Silva Rodrigues**

Universidade Salgado de Oliveira  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

##### **Prof. Dr. Francisco Carlos Teixeira da Silva**

Escola de Comando e Estado-Maior do Exército  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

##### **Profa. Dra. Graciela De Conti Pagliari**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis, SC, Brasil.

##### **Prof. Dr. Héctor Luis Saint Pierre**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Franca, SP, Brasil.

##### **Gen Bda Juraci Ferreira Galdino**

Instituto Militar de Engenharia,  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

##### **Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, RS, Brasil.

##### **Prof. Dr. Marcos Aurelio Guedes de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife, PE, Brasil.

##### **Prof. Dr. Octavio Amorim Neto**

Fundação Getúlio Vargas  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

##### **Prof. Dr. Paulo Gilberto Fagundes Visentini**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, RS, Brasil.

##### **Prof. Dr. Shiguenoli Miyamoto**

Universidade Estadual de Campinas  
Campinas, SP, Brasil.

##### **Prof. Dr. Vinicius Mariano de Carvalho**

King's College London  
London, United Kingdom.

##### **Prof. Dr. Wanderley Messias da Costa**

Universidade de São Paulo  
São Paulo, SP, Brasil.

# Coleção Meira Mattos

revista das ciências militares

---

v. 17 n. 59 mayo/agosto 2023  
Rio de Janeiro

Edición en español

ISSN 2316-4891 (en línea)  
ISSN 2316-4833 (impresa)

Coleç. Meira Mattos	Rio de Janeiro	v. 17	n. 59	p. 159-382	may./ago. 2023
---------------------	----------------	-------	-------	------------	----------------

## ACERCA DE

La revista "Coleção Meira Mattos" es una publicación cuatrimestral del Programa de Pos-Grado en Ciencias Militares de la Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME). La revista es de naturaleza académica, sin fines lucrativos, basada en la política de acceso libre a la información.

## DIRECCIÓN Y CONTACTO

Praça General Tibúrcio, 125, Praia Vermelha, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

CEP: 22290-270.

Tel: (21) 3873-3868 /Fax: (21) 2275-5895

e-mail: info.cmm@eceme.eb.mil.br

## PROPIEDAD INTELECTUAL

Todo contenido del periódico, excepto donde esté identificado, está licenciado bajo una Licencia *Creative Commons* del tipo atribución CC-BY.

Los textos publicados no reflejan, necesariamente, la opinión de la ECEME o del Ejército Brasileño.

## SERVICIOS EDITORIALES

COMUNICA

## IMPRESIÓN

Triunfal Gráfica e Editora

## DISEÑO GRÁFICO DE LA PORTADA

Elaborado por la Sección de Producción, Divulgación y Catalogación, basado en arte de Harerama Santos da Costa, de la Sección de Edición Electrónica de la ECEME.

## AVAILABLE IN ENGLISH / DISPONÍVEL EM PORTUGUÊS

<<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>>

## Catalogación en Publicación (CIP)

C691 Coleção Meira Mattos : revista das ciências militares. — Vol. 1, n. 24- .  
— Rio de Janeiro : ECEME, 2007-  
v. : il. ; 28 cm.

Cuatrimestral.

Publicado desde nos. 1-14 con el título *Padeceme*, n. 15-23 con los títulos *Padeceme* y *Coleção Meira Mattos*.

ISSN 2316-4891 (en línea). - ISSN 2316-4833 (impresa)

1. DEFENSA. 2. CIENCIAS MILITARES. I. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (Brasil).

CDD 355



---

# SUMARIO

## EDITORIAL

*Angela Nogueira Neves, Samir Ezequial da Rosa*

v

## ARTÍCULOS

**Ergonomía para combatientes militares: una revisión integradora** 159

*Priscila dos Santos Bunn, Maria Elisa Koppke Miranda*

**El Soldado del Ejército Portugués: perfiles iguales o diferentes?** 175

*Miguel Andrade, Rui Eusébio, Marcos Santos Silva*

**Respuestas fisiológicas a la marcha equipada de 12 km transportando una ametralladora MAG o un fusil: el efecto del peso del armamento en militares bien acondicionados** 187

*Lucas Vieira Coelho Dos Santos, Adriane Mara de Souza Muniz, Bruno Trassi Fernandes Silva De Souza, Ricardo Alexandre Falcão, Verônica Pinto Salerno, Luis Aureliano Imbiriba, Miriam Raquel Meira Mainenti*

**Calidad del sueño, grado de somnolencia y su relación con indicadores de obesidad en pilotos militares brasileños** 201

*Fabricia Geralda Ferreira, Leonice Aparecida Doimo, Guillermo Brito Portugal, José Pedro Rodrigues Ravani, Fábio Angioluci Diniz Campos*

**Zoonosis y enfermedades vectoriales en militares del Ejército Brasileño (2017/2018) y el papel del veterinario militar en la prevención de enfermedades** 217

*Elaine Cristina de Freitas Oliveira, Carlos Alberto Franke, José Roberto Pinho de Andrade Lima*

**Factores asociados al tiempo de permanencia en servicio del personal militar que porta Equipos de Protección Individual contra Agentes Nucleares, Biológicos, Químicos y Radiológicos** 237

*Felipe Kohn Martins, Maria Elisa Koppke, Bruno Ferreira Viana, Pedro Moreira Tourinho, Ulisses Tirollo Taddei, Priscila dos Santos Bunn*

**Aceptabilidad y consumo: estudio sobre la percepción de las raciones operativas del Ejército Brasileño en el ambiente operativo de la selva** 259

*Vitor Luiz Farias de Abreu, Sabrina Saubier Monteiro, Wanessa Pires da Silva, Erick Almeida Esmerin*

**Función pulmonar en pilotos de combate: ¿Cuáles son los efectos crónicos de la exposición?** 283

*Maritza Fabiana Sepulveda Soares, Pedro Lopes de Melo, Paula Morisco de Sá*

**Defensa Alimentaria y Salud Operacional: Protección Contra la Contaminación Intencional de Alimentos en las Fuerzas Armadas** 303

*Jader Oliveira da Silva, Laís Mariano Zanin, José Roberto Pinho de Andrade Lima, Elke Stedefeldt*

**¿El nivel de aptitud física afecta el equilibrio corporal y las respuestas fisiológicas después de realizar un ejercicio en el cual se transporta una carga durante 4 km?** 331

*Miriam Raquel Meira Mainenti, Ricardo Alexandre Falcão, Jonathan Vieira da Silva, Victor Vinícius Ribeiro de Lima, Fabio Alvez Machado, Adriane Mara de Souza Muniz, Luis Aureliano Imbiriba*

**Análisis del perfil metabólico y cardiorrespiratorio de mujeres militares pertenecientes a organizaciones militares operativas y no operativas del Ejército Brasileño** 349

*Paula Fernandez Ferreira, Marcio Antonio de Barros Sena, Aline Tito Barros, Runer Augusto Marson, Marcos de Sá Rego Fortes*

**Medicina operativa y acción contra minas: ensayo teórico y experiencia en la República de Colombia** 363

*Rogério Santos Silva*

# Salud y operatividad en Estudios de Defensa y Ciencias Militares

**Angela Nogueira Neves** 

Exército Brasileiro. Escola de Educação  
Física do Exército.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
angelanneves@gmail.com

**Samir Ezequiel da Rosa** 

Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da  
Capacitação Física do Exército.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
samirdarosa@hotmail.com

**Recibido: 26 mayo 2023**

**Aprobado: 30 mayo 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

La participación de las Fuerzas Armadas Brasileñas en operaciones de guerra y/o de paz puede atribuirse a los desarrollos económicos, sociales y políticos que tuvieron lugar en varias naciones a lo largo de los siglos XX y XXI. Desde la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) cuando la Fuerza Expedicionaria Brasileña (FEB) participó en el conflicto, profundos cambios se vienen produciendo en la política, en las estrategias y en la caracterización de los conflictos. Sin embargo, en estos importantes cambios existe un elemento permanente: los militares empleados sobre el terreno. A ellos los estudios de paz y de guerra en nuestro país les han relegado un espacio de menor prestigio.

El enfoque académico de los estudios de defensa en Brasil se dio por primera vez en los años 1990 cuando los científicos sociales comenzaron a problematizar este campo, con el intento de comprender las transformaciones en los contextos políticos nacionales e internacionales en el mundo en cambio. Este principio tiene una estrecha relación con las ciencias políticas y las relaciones internacionales (MARQUES; FUCCILLE, 2015), lo que explica que los dictámenes n.º 1.295/2001 (BRASIL, 2001) y n.º 147/2017 (BRASIL, 2017) sitúen las ciencias militares y la defensa, respectivamente, en la lista de ciencias estudiadas en el país, junto con las ciencias políticas y las relaciones internacionales. Sin embargo, las reflexiones epistemológicas más actuales reconocen que los estudios de paz y de guerra, en particular aquellos situados en el área de defensa, pueden organizarse en estructuras de conocimiento en red, las cuales pertenecen los estudios sobre materiales de guerra; en tecnología y componentes militares; y en administración y logística (MEDEIROS, 2015). Además, señalan que:

Con base en estos elementos, también podemos destacar otro posible punto de intersección desde la guerra con vinculación a los procesos. Existen tanto procesos desde el punto de vista administrativo y logístico como aquellos relacionados con la formación de recursos humanos, entrenamiento, capacitación, formación. En este campo resuenan campos del saber vinculados a la educación, la pedagogía o la andragogía.

Además, la psicología y la medicina son limítrofes a este campo, proporcionado por las necesidades de la guerra, de los límites físico y psicológico humano. Estos campos están asociados al de la sociología, en lo que respecta a los conflictos causados por decisiones siempre humanas, así como a los nuevos rostros del ejercicio de la defensa, en los sectores sociales y de apoyo al Estado. (MEDEIROS, 2015, p. 48, énfasis añadido)

Respecto a las ciencias militares, la Ordenanza n.º 734/2010 las define como un “sistema de conocimiento relacionado con el arte de la guerra, que se obtiene mediante investigación científica, prácticas en el ámbito militar, experiencia y observación de los fenómenos de guerras y conflictos” (BRASIL, 2010), que están subordinadas a la gran área de saber de la defensa. A esto se suman 36 áreas de estudio, que incluyen salud, educación militar, recursos humanos, operaciones militares y educación física. Por último, cabe señalar que:

La investigación y estudio de las ciencias militares en el Ejército Brasileño tiene como objetivos la formulación de la Doctrina Militar Terrestre, el avance del conocimiento de la Defensa y la preparación de líderes militares, investigadores, planificadores y gestores de los recursos puestos a disposición a la institución para el cumplimiento de su misión constitucional, en tiempos de paz y de guerra. (BRASIL, 2010, énfasis añadido)

Al revisar la definición de estudios de defensa y ciencias militares para una reflexión sobre su alcance, argumentamos que los temas de investigación en estas áreas no se limitan a la política, geopolítica, logística, economía de defensa y afines, como se aborda tradicionalmente en Brasil. De hecho, una búsqueda en la literatura confirma este argumento, debido a una gran producción científica en el contexto internacional relacionada a las áreas de defensa y ciencias militares, ya sea en el ámbito de las dimensiones tácticas u operativas.

Concretamente en lo que respecta a los temas de salud y operatividad militares, en la plataforma Scopus se encuentran catalogados 40.065<sup>1</sup> artículos, libros, capítulos de libros y resúmenes de congresos<sup>2</sup>, en continuo aumento desde 1943 –fecha de las dos primeras publicaciones sobre el tema– que destaca más a partir de 2001 (Figura 1).

Las revistas que más publican artículos científicos sobre los temas son precisamente revistas militares, y los organismos militares también destacan como los mayores financiadores de investigación sobre temas de salud y operatividad. Del mismo modo, los investigadores están en su mayoría afiliados a organizaciones militares (Figura 2, 3 y 4). Por lo tanto, es difícil no inferir que los temas son de interés para las Fuerzas Armadas, los investigadores o instituciones militares; de esta manera, son legítimos en este contexto.

Hay un marcado predominio de institutos, organizaciones, revistas y patrocinadores norteamericanos en la producción epistemológica. Por otro lado, la participación brasileña

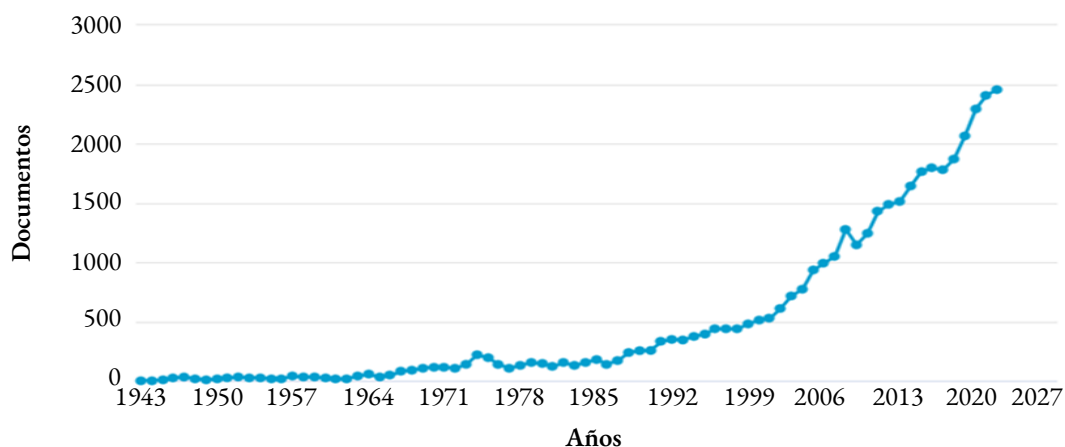
1 Encuesta realizada el 22 de mayo de 2023.

2 Scopus es una base de datos multidisciplinaria que contiene 5.000 editores y más de 25.000 revistas científicas, libros y capítulos, reseñas, notas, cartas y conferencias de las humanidades, las ciencias de la salud, las ciencias de la tierra, las ciencias biológicas y las ciencias exactas. Cf.: <https://www.elsevier.com/?a=69451>

fue baja, con 242 producciones científicas para el período analizado (1943-2022), lo que representa aproximadamente el 0,60% de la publicación mundial.

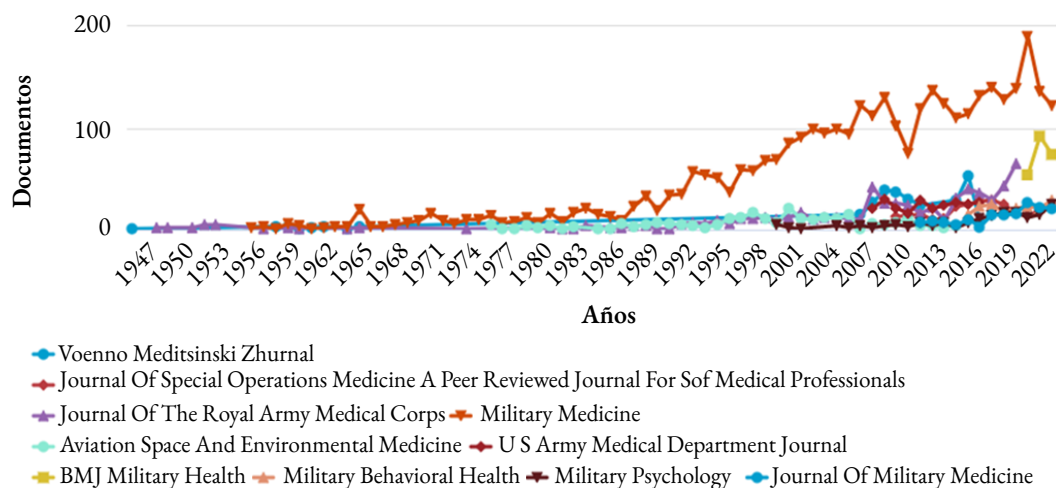
No se ignora que el enfoque y las características de la producción académica brasileña actual provienen, en gran medida, de la orientación de los cursos de posgrado dirigidos a estudios de defensa y ciencias militares, casi en su totalidad vinculados al área 39 (ciencias políticas y relaciones internacionales) de la Coordinación para la Mejora del Personal de Educación Superior (CAPES). Entre los cursos y programas existentes en universidades civiles o instituciones educativas militares, solo uno escapa a la norma respecto al estudio de temas militares desde una perspectiva político-estratégica al volver su atención al desempeño humano operacional y vincularse al área 21 de CAPES (Educación Física). Esto es un hecho, no hay críticas en esta observación.

**Figura 1 – Documentos científicos publicados por año desde 1943**



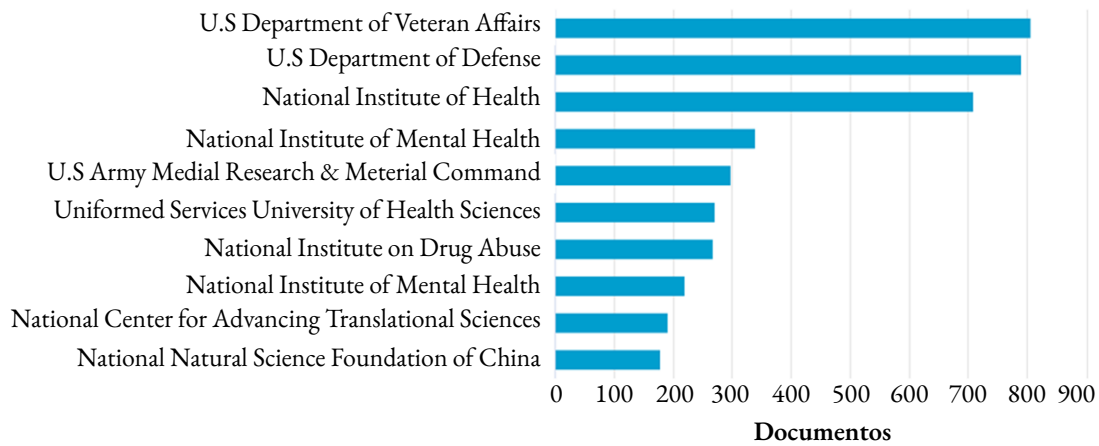
Fuente: Scopus, 2023

**Figura 2 – Las diez revistas que más publican artículos de investigación sobre el tema**



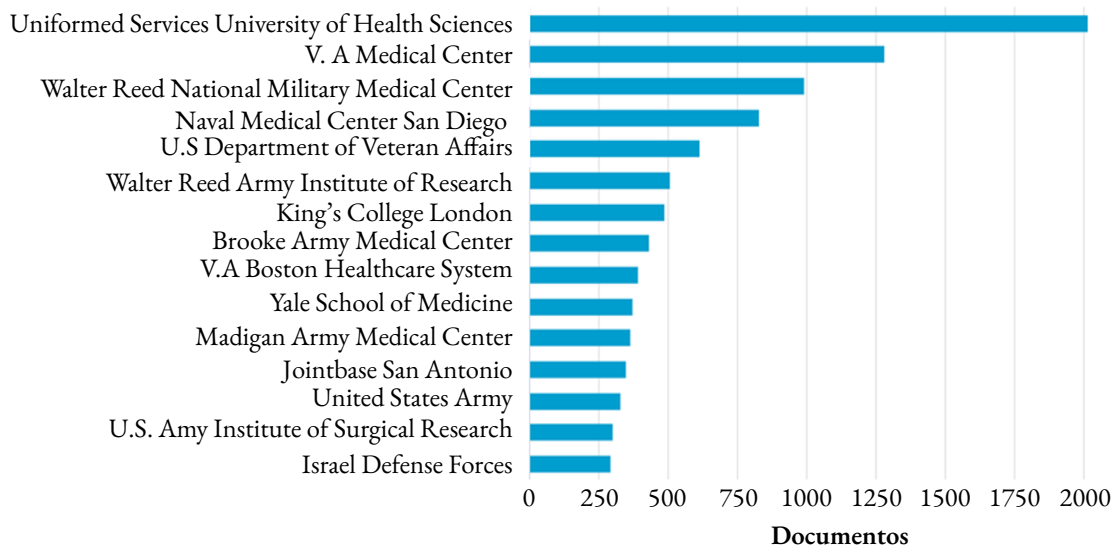
Fuente: Scopus, 2023

**Figura 3 – Número de documentos por patrocinador  
(15 patrocinadores más grandes de investigación sobre el tema)**



Fuente: Scopus, 2023

**Figura 4 – Las 15 instituciones/organizaciones que más publican sobre el tema**



Fuente: Scopus, 2023

Si la investigación brasileña en ciencias militares y estudios de defensa pasara a adoptar una perspectiva tanto *bottom-up* como *top-down* para comprender, analizar y sugerir modificaciones en la política, la estrategia, la preparación y el empleo de las tropas, se abriría a la posibilidad de ampliar el intercambio entre investigadores enfocados en temas legítimamente relevantes para el área. Los recientes cambios provocados por la pandemia de la covid-19 en el área de la ciencia mostraron que la unión de investigadores de diferentes áreas puede aportar con grandes avances en menos tiempo. Este movimiento por sí solo podría promover nuestra producción nacional y fortalecer las revistas militares en el área de defensa (FRANCHI, 2021).

La creación de este número especial fue un movimiento en esta dirección, es decir, un llamado a la integración de perspectivas en los estudios de defensa y de ciencias militares. Por lo tanto, buscamos traer a los lectores de la *Colección Meira Mattos* otros temas que están en debate, pertinentes para las ciencias militares.

Por último, cabe destacar que no se puede desconsiderar la dimensión humana del entorno operacional, especialmente en el estudio de las ciencias militares y de defensa, ya que esto ignoraría una parte relevante de los agentes responsables de la toma de decisiones estratégicas y políticas. Por lo tanto, es necesario llevar la dimensión humana al alcance de la investigación para que, durante la planificación y realización de las operaciones militares, todos los niveles (político, estratégico, operativo y táctico) estén interconectados, lo que genera información más precisa para la toma de decisiones. Al final, si no se conoce la tropa, no se puede utilizarla bien y, así, no se lograrán los mejores resultados en el proceso de garantizar la soberanía y la presencia efectiva del Estado en el territorio nacional.

## REFERENCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 1295, de 6 novembro de 2001**. Estabelece normas relativas à admissão de equivalência de estudos e inclusão das Ciências Militares no rol das ciências estudadas no país. Câmara de Educação Superior. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2001. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE\\_pces129501.pdf?query=EDUCA%C3%87%C3%83O%20ESPECIAL](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_pces129501.pdf?query=EDUCA%C3%87%C3%83O%20ESPECIAL). Acesso em: 26 maio 2023.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Portaria nº 734, de 19 agosto de 2010**. Conceitua Ciências Militares, estabelece a sua finalidade e delimita o escopo de seu estudo. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2010. Disponível em: [https://www.decex.eb.mil.br/port\\_/leg\\_ensino/2\\_educacao\\_eb-decex/29\\_port\\_734\\_CmtEB\\_19Ago2010\\_ConcCienciasMil.pdf](https://www.decex.eb.mil.br/port_/leg_ensino/2_educacao_eb-decex/29_port_734_CmtEB_19Ago2010_ConcCienciasMil.pdf). Acesso em: 26 maio 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 147, de 4 de abril de 2017**. Inserção da Defesa no rol das ciências estudadas no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE\\_PAR\\_CNECESN1472017.pdf?query=Brasil](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_PAR_CNECESN1472017.pdf?query=Brasil). Acesso em: 26 maio 2023.

FRANCHI, T. A necessidade do fortalecimento dos periódicos científicos da área de Defesa. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 52, p. 5-7, 2021. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/6891/5955>. Acesso em: 26 maio 2023.

MARQUES, A. A.; FUCCILLE, A. Ensino e pesquisa em Defesa no Brasil: estruturação do campo e desafios. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, [s. l], v. 2, n. 2, p. 57-73, 2015. Disponível em: <https://rbed.abedef.org/rbed/article/view/64674/37655>. Acesso em: 26 maio 2023.

MEDEIROS, S. E. Da Epistemologia dos Estudos de Defesa e os seus Campos Híbridos. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, [s. l], v. 2, n. 2, p. 43-55, 2015. Disponível em: <https://rbed.abedef.org/rbed/article/view/63034/37660>. Acesso em: 26 maio 2023.



# Ergonomía para combatientes militares: una revisión integradora

*Ergonomics for combatant military personnel: an integrative review*

**Resumen:** La ergonomía pretende prevenir lesiones y costos de salud en el personal militar. De esta manera, el objetivo de este estudio fue investigar los tipos de evaluaciones e intervenciones ergonómicas utilizadas para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en combatientes militares. Se promovió una revisión integradora de estudios observacionales y experimentales. Con eso, se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en mayo de 2020 y se actualizó en agosto de 2020 en las bases de datos MEDLINE, LILACS, Cochrane, CINAHL, Sportdiscus, SCOPUS y Web of Science con descriptores del DeCS y MeSH *military personnel, ergonomics, y load carriage*. Se encontraron un total de 955 estudios en las bases de datos, pero se incluyeron 14 (9 estudios de evaluación y 5 estudios de intervención). Se encontraron las siguientes evaluaciones ergonómicas para los combatientes militares: nivel de estrés, sedentarismo, características de la actividad, presencia de vibraciones, postura durante las actividades operativas, evaluación del calzado, vestimenta y carga transportada, ración y nivel de satisfacción con el trabajo. Como intervenciones, la realización de pautas ergonómicas y ejercicios físicos, además de uniformes y equipos de protección que brinden un mayor nivel de comodidad durante las actividades operativas.

**Palabras clave:** personal militar; lesiones por uso excesivo; ergonomía.

**Abstract:** Ergonomics aims to prevent injuries and prevent health costs in military personnel. Thus, the aim of this study was to investigate the types of ergonomic assessments and interventions used for the prevention of musculoskeletal injuries in military combatants. An integrative review of observational and experimental studies was carried out. Therefore, a systematic literature search was performed in May 2020 and updated in August 2020 in the MEDLINE, LILACS, Cochrane, CINAHL, Sportdiscus, SCOPUS and Web of Science databases with the DeCS and MeSH *military personnel, ergonomics, and load carriage*. A total of 955 studies were found in the databases, however 14 studies were included (9 evaluation studies and 5 intervention studies). The following ergonomic assessments were recommended for military combatants: stress level, sedentary lifestyle, activity characteristics, presence of vibrations, posture during operational activities, evaluation of footwear, clothing and the load carried, the ration and the level of satisfaction with the job. As interventions: the realization of ergonomic guidelines and physical exercises, in addition to uniforms and protective equipment that provide a higher level of comfort during operational activities.

**Keywords:** military personnel; overuse injuries; ergonomics.

**Priscila dos Santos Bunn** 

Marinha do Brasil.

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN).

Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício e Performance (LABOCE).

Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

priscilabunn@yahoo.com.br

**Maria Elisa Koppke Miranda** 

Marinha do Brasil.

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN).

Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício e Performance (LABOCE).

Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Programa de Pós-graduação em

Ciências do Exercício e do Esporte

Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

maria\_koppke@yahoo.com.br

**Recibido: 06 jan. 2022**

**Aprobado: 28 jun. 2022**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

La ergonomía tiene como objetivo utilizar métodos y técnicas con el fin de proporcionar mejoras en la relación entre el ambiente de trabajo y el individuo, y puede abarcar aspectos físicos y psicológicos de los trabajadores. Además de adecuar los puestos de trabajo, a través de una evaluación ergonómica de la actividad, se pueden realizar ajustes en las actividades laborales con el fin de prevenir lesiones musculoesqueléticas y enfermedades profesionales. El objetivo es evitar que los trabajadores adquieran enfermedades ocupacionales crónicas, que pueden conducir a la incapacidad para el trabajo.

En el ambiente militar, varias actividades se asocian con un mayor riesgo de lesiones, especialmente aquellas con mayores exigencias físicas.

Las actividades de combate son aquellas que se realizan con carácter operativo, constituyendo ejercicios o uso de actividades para combatir a un enemigo (CAMERON; OWENS, 2016). Tales operaciones a menudo requieren que los soldados lleven una carga alta (equipo individual) de manera ágil, a menudo marchando en trayectorias largas y sobre terreno irregular (KNAPIK *et al.*, 2012), en condiciones de necesidad de toma de decisiones inmediata.

Los combatientes militares suelen realizar como entrenamiento físico, transporte de carga, marchas de 8, 16 y 32 km y maniobras de entrenamiento (POPOVICH *et al.*, 2000), lo que hace que esta población sea susceptible a una alta incidencia de diversos tipos de lesiones musculoesqueléticas (CAROW *et al.*, 2016).

Las lesiones musculoesqueléticas se definen como cualquier daño en el sistema musculoesquelético que requiera atención médica, que haya estado relacionado con la actividad operativa y que provoque el alejamiento de las funciones deportivas o laborales (HÄGGLUND *et al.*, 2005). Como resultado, las lesiones generan un gran costo en salud, el alejamiento de funciones provoca una reducción en el desempeño (TOMES; ORR; POPE, 2017), la desvinculación prematura del servicio activo del personal militar (LARSSON; TEGERN; HARMS-RINGDAHL, 2012), bien como disponibilidad operativa reducida (HÄGGLUND *et al.*, 2005; TAANILA *et al.*, 2015).

Los militares más expuestos a lesiones son las mujeres (ARMSTRONG *et al.*, 2004; BEDNO *et al.*, 2014; BLACKER; WILKINSON; RAYSON, 2009; FINESTONE *et al.*, 2008), individuos con lesiones anteriores (ENDERSON *et al.*, 2000; KNAPIK *et al.*, 2013; MONNIER *et al.*, 2016), personas con obesidad o sobrepeso (BMI) (TAANILA *et al.*, 2015), militares mayores ((HEIR; EIDE, 1997; ENDERSON *et al.*, 2000), individuos con menor aptitud aeróbica (MALLOY *et al.*, 2016; ROSENDAL *et al.*, 2003) y aquellos con otros factores de riesgo (BOOTH-KEWLEY; LARSON; HIGHFILL-MCROY, 2009; KAZMAN *et al.*, 2015; MALLOY, 2016; ROY *et al.*, 2016; SCHOENFELD *et al.*, 2014).

Hay lesiones resultantes de actividades operativas (de combate) y otras que no tienen contacto directo con el enemigo. En este contexto, las lesiones *non-battle* son responsables de gran parte (o la mayor parte) del tiempo dedicado al tratamiento y del número de evacuaciones médicas (CAMERON; OWENS, 2016). De esta forma, se han llevado a cabo estrategias ergonómicas con el fin de reducir la incidencia de lesiones *non-battle* asociado con actividades de combate militar (KNAPIK; REYNOLDS, 2010; LARSSON; TEGERN; HARMS-RINGDAHL, 2012; STEVENSON *et al.*, 2007).

Ejemplos de intervenciones ergonómicas utilizadas para reducir el número de militares lesionados incluyen entrenamiento físico y orientaciones ergonómicas, así como el reconocimiento de lesiones musculoesqueléticas (LARSSON; TEGERN; HARMS-RINGDAHL, 2012), uso de diferentes materiales para el rendimiento psicomotor y comodidad térmica (MAJCHRZYCKA *et al.*, 2016) y empleo de diferentes chalecos y adaptaciones de mochilas (STEVENSON *et al.*, 2007). Se verifica, por lo tanto, una variedad de intervenciones ergonómicas que se han utilizado en el ambiente militar. Considerando la importancia de mantener un mayor número de individuos con condiciones de salud y rendimiento físico adecuados para las actividades militares, el conocimiento sobre las evaluaciones e intervenciones ergonómicas tiene el potencial de prevenir lesiones y costos de salud en el personal militar. De esta forma, el objetivo de la presente revisión fue investigar los tipos de evaluaciones e intervenciones ergonómicas utilizadas en los combatientes militares.

## 2 METÓDO

### 2.1 Diseño del estudio

Se realizó una revisión integradora de la literatura, en la que se investigaron las evaluaciones e intervenciones ergonómicas utilizadas para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en combatientes.

### 2.2 Criterios de elegibilidad

Para la selección de los estudios se utilizó la estrategia PICOS (participante, intervención, comparación, conclusión y diseño del estudio) descrita en el Cuadro 1. Para investigar las evaluaciones e intervenciones utilizadas para los combatientes, se excluyeron los estudios con pilotos militares, personal administrativo y profesionales de la salud. Se consideró un grupo control, cuyos participantes no realizan ninguna actividad (control pasivo) o realizan alguna actividad, común al grupo experimental (control activo). En este caso, además de la actividad común, el grupo experimental debió haber realizado alguna intervención ergonómica: ejercicios preventivos, adaptación de vestuario y/o carga individual, modificación de materiales utilizados en uniformes, mochilas y equipamiento individual, entre otros.

**Cuadro 1 – Criterios de Inclusión – estrategia PICOS**

Acrónimo	Definición	Descripción
P	Participantes	Militares
I	Intervención	Evaluaciones o Intervenciones ergonómicas
C	Comparación	Control
O	Conclusión/resultado	Lesiones o síntomas musculoesqueléticas.
S	Diseño del estudio	No se aplica

Fuente: Las autoras (2022).

### 2.3 Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en mayo de 2020 y se la actualizó en agosto de 2020 en las bases de datos MEDLINE, LILACS, Cochrane, CINAHL, Sportdiscus, SCOPUS y Web of Science. Se utilizaron los descriptores del DeCS y MeSH: *military personnel*, *ergonomics*, y *load carriage*, bien como palabras obtenidas de artículos sobre temas similares. El Cuadro 2 enumera los términos utilizados en las ecuaciones de búsqueda. Se utilizaron los operadores lógicos booleanos AND (entre descriptores) y OR (entre sinónimos). No hubo filtro de idioma o tiempo para la búsqueda.

Cuadro 2 – Estrategia de búsqueda en las bases de datos

<b>Military</b>	<b>OR</b>		<b>Ergonomics</b>	<b>OR</b>
Military	OR	AND	Ergonomics	OR
Armed Forces Personnel	OR		Human Factors and Ergonomics	OR
Army Personnel	OR		Human Engineering	OR
Marines	OR		Human Factors Engineering	OR
Marine	OR		Human Factors Engineerings	OR
Soldiers	OR		Cognitive Ergonomics	OR
Soldier	OR		Cognitive Ergonomic	OR
Recruit*	OR		Visual Ergonomics	OR
Recruits*	OR		Visual Ergonomic	OR
Submariners	OR		Organizational Ergonomics	OR
Submariner	OR		Organizational Ergonomic	OR
Sailors	OR		Physical Ergonomics	OR
Sailor	OR		Physical Ergonomic	
Military Deployment	OR			
Recruits*	OR			
Special Forces*	OR			
Special Operation	OR			
Load carriage	OR			
Weight Bearing	OR			
Weightbearing	OR			
Load bearing	OR			
Load-bearing	OR			
Load Bearing	OR			
Load carrying	OR			
Backpacking	OR			
Hiking	OR			
Walking	OR			
Armor	OR			
Armour	OR			
Protective gear	OR			
Rucksack	OR			
Haverstock	OR			
Backpack	OR			
Duffel	OR			
Body protection	OR			
Heavy equipment				

Fuente: Las autoras (2022).

Leyenda: \*Términos agregados en la búsqueda de descriptores

## 2.4 Proceso de extracción de datos

De los estudios se extrajeron los siguientes datos: características de la muestra (edad, sexo, fuerza armada, especialidad), actividades militares en las que se realizó la intervención ergonómica (carga de carga, ejercicios antiaéreos, cursos de operaciones especiales), evaluaciones ergonómicas realizadas, protocolo de intervención y grupo control y los resultados obtenidos. Los estudios se clasificaron en dos tipos: evaluación ergonómica o intervención ergonómica.

## 2.5 Evaluación de la calidad de los estudios individuales

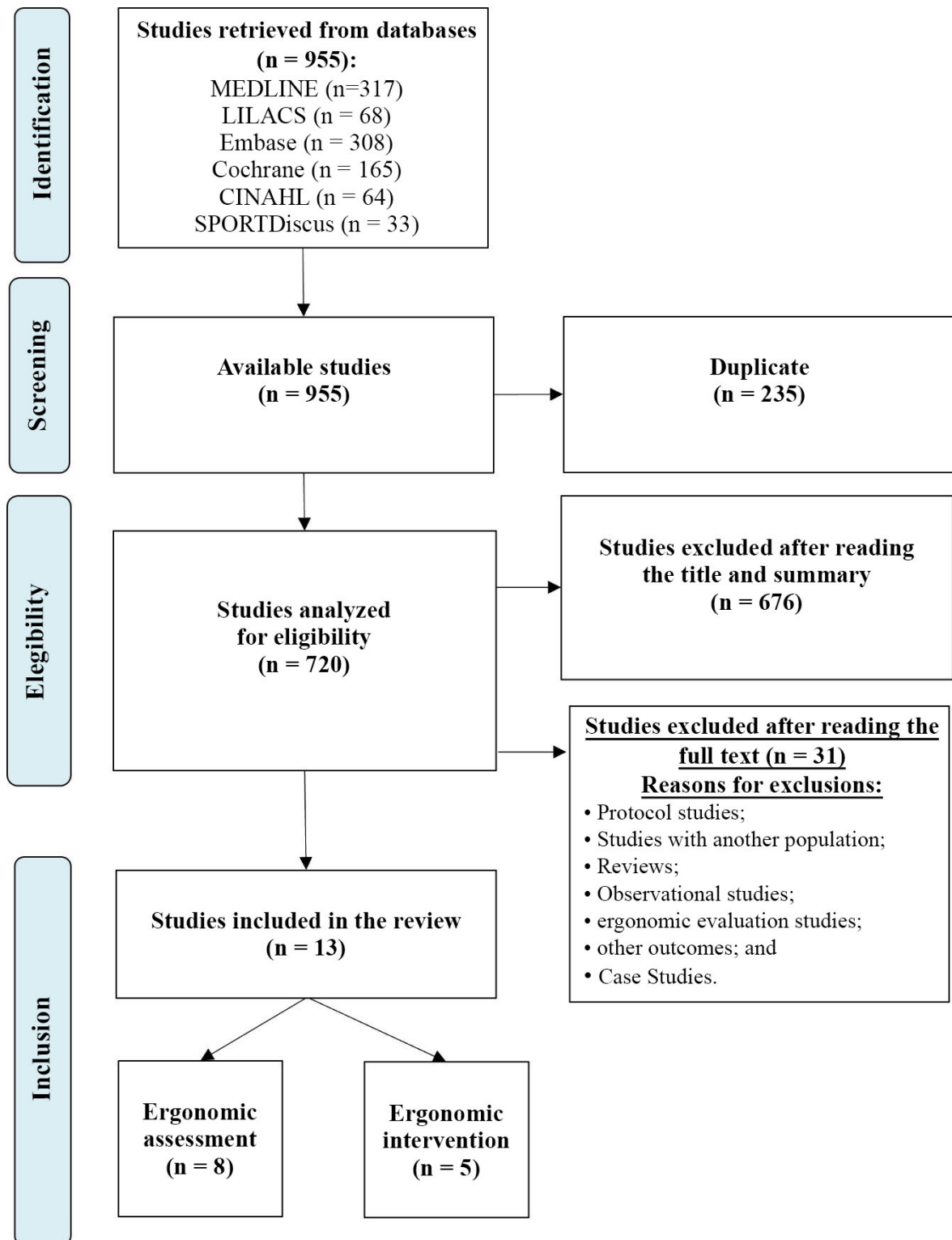
Para evaluar la calidad de los estudios experimentales, se utilizó la Escala Jadad de evaluación metodológica (JADAD *et al.*, 1996), que consiste en la suma de las puntuaciones de tres dominios, a saber: 1) aleatorización de los participantes; 2) evaluación doble ciego; y 3) descripción de las pérdidas de muestra. Inicialmente, se asignó un punto por cada pregunta respondida. Si la aleatorización de los participantes y la evaluación doble ciego no fueran apropiadas, se restaba un punto de los dominios 1 y 2. Por lo tanto, la puntuación total en la escala de Jadad osciló entre 0 y 5 puntos.

## 3 RESULTADOS

El diagrama de flujo de los estudios incluidos se muestra en la Figura 1. Los resultados de la presente revisión muestran que existen diversas variables ergonómicas relacionadas con la actividad militar. Un total de nueve estudios, en los que participaron bomberos, personal militar del ejército, policiales militares, personal militar blindado y otros, investigaron las variables ergonómicas asociadas con incomodidad musculoesqueléticas en combatientes militares (Tabla 1). Por otro lado, las pautas ergonómicas, el uso de plantillas, los ejercicios y los collares cervicales fueron intervenciones utilizadas con el objetivo de reducir los síntomas dolorosos, aumentando la comodidad y la aceptabilidad de los militares (Tabla 2).

Entre los estudios se analizaron actividades de infantería, transporte de blindados, carga de carga (mochila, equipo de protección individual, vestuario, armamentos, etc.), misiones en Irak, etc. A pesar de la diversidad de muestras y actividades, algunos factores se repitieron en diferentes estudios.

Figura 1 – Diagrama de flujo de los estudios incluidos en la revisión integradora



Fuente: Las autoras (2022).

**Tabla 1 – Características de los estudios incluidos en la revisión que investigaron evaluaciones ergonómicas en personal militar**

Estudio	Características de la muestra	Actividad	Evaluación	Resultado
McCaig e Gooderson (1986)	n=2000 Soldados	Operaciones militares en climas fríos y húmedos.	Entrevistas: evaluar motivos de insatisfacción.	Tiempo prolongado de borceguíes; peso total cargado; fatiga física.
Daniels <i>et al.</i> (2005)	n=279 Militares del Ejército (hombres y mujeres).	Infantería, conductor, operador y reparador de equipos de construcción, mecánico de vehículos, operador de sistemas y enfermera.	Factores asociados con el dolor lumbar en actividades de la fuerza aérea.	Frecuencia de movimientos como doblarse, torcerse, ponerse de pie y sentarse se asocia con el dolor lumbar.
Leyk <i>et al.</i> (2006)	n=1337 Candidatos sanos del Ejército (301 mujeres).	Ambientes con integración con máquinas, sentados.	Antropometría, test de prensión manual y test de fuerza isométrica para flexores del antebrazo y extensores de la rodilla dominantes en la posición sentada.	Hubo diferencias entre los sexos en todas las pruebas. Apenas el 26% (extensores de rodilla) y el 3% (flexores de antebrazo) de las mujeres generan fuerzas superiores a los correspondientes percentiles 5 de los hombres.
Rozali <i>et al.</i> (2009)	n=159 Conductores de vehículos blindados.	Misiones con blindados.	En este estudio se utilizó un cuestionario autoadministrado sobre especialidad, síntomas de dolor lumbar y medidor de vibraciones humanas.	La prevalencia de dolor lumbar entre los conductores de vehículos blindados sobre esteras fue mayor (81,7%) en comparación con los conductores de vehículos blindados sobre ruedas (67,0%). Conducir en una postura sentada con inclinación hacia adelante y exposición a vibraciones aumentó la posibilidad de dolor lumbar.
Vitari, Francisco e Mello (2012)	n=208 Bomberos militares.	Actividades de bombero militar.	Cuestionario (edad, sexo, escolaridad, IMC, tiempo de servicio, frecuencia de exámenes de salud, práctica de actividad física, ambiente de trabajo y exigencias de la actividad realizada).	La mayoría de los militares eran sedentarios, con IMC alto, con síntomas musculoesqueléticos y sobrecarga de trabajo mental, se quejaron de las exigencias del trabajo, el medio ambiente y la comodidad.
Majchrzycka <i>et al.</i> (2013)	n=10 Militares	Evaluación ergonómica de chalecos a prueba de balas y fragmentos.	En las pruebas se utilizaron una carrera de obstáculos y cuestionarios subjetivos de evaluación ergonómica. Malestar térmico y valoración psicológica.	Las pruebas no han mostrado ninguna disminución en la comodidad de uso de las nuevas pastillas con una mejor resistencia balística en comparación con las pastillas que se utilizan actualmente.
Nissen <i>et al.</i> (2014)	n=680 Soldados en misión en Irak.	Misión en Irak.	Cuestionario con características demográficas y personales, características de las misiones, estilo de vida y salud prelaboral; aspectos del liderazgo en el trabajo y las relaciones en el trabajo.	La edad, el escaso apoyo de los líderes, el estrés psicológico, las posturas de trabajo inadecuadas y el trabajo en almacenes se asociaron con el dolor lumbar.
Ramstrand <i>et al.</i> (2016)	n=21 Oficiales de policía.	Carga de carga.	Se recopilaron datos biomecánicos y de autoinforme en dos ocasiones de prueba, comparando situaciones con y sin cargas (cinturón estándar y chaleco de protección balística; o chaleco de soporte de carga con chaleco de protección balística).	El chaleco de soporte de carga se asoció con una reducción significativa en la amplitud de movimiento de las articulaciones del tronco, pelvis y cadera. Los cambios biomecánicos asociados con el chaleco de soporte de carga parecieron reducirse con un uso prolongado. Los datos de autoinforme indicaron una preferencia por el chaleco de soporte de carga.

Fuente: Las autoras (2022).

Leyenda: IMC= índice de masa corporal.



**Tabla 2 – Características de los estudios incluidos en la revisión que investigaron los efectos de las intervenciones ergonómicas en personal militar**

Estudio	Características de la muestra	Actividad	Evaluación	Intervención	Conclusión	Resultado	Puntuación de Jadad
Larsen, Weidick e Leboeuf-Yde (2002)	n=249 Reclutas Edad=21± 1,5 años.	Servicio militar.	Queja de dolor de espalda.	GE: orientaciones ergonómicas y ejercicios de extensión pasivos de la columna en decúbito prono diariamente. GC: sin intervenciones.	Número de reclutas con dolor de espalda.	GE: menor número de reclutas con dolor de espalda a los 3 meses (RR = 0,6 (0,5-0,9), 1 año RR = 0,7 (0,4-1,1); y en la búsqueda de atención en la enfermería (RR = 0,3 (0,2-0,7).	3
House, Dixon e Allsopp (2004)	n=38 Reclutas fusileros navales.	Servicio militar.	Cuestionario de comodidad.	Los reclutas se combinaron en parejas de acuerdo con la masa corporal y luego se les asignó aleatoriamente un par de plantillas amortiguadoras de 3 mm de grosor (GC) o 6 mm de grosor (GE).	Nivel de comodidad del calzado.	Ambas plantillas promovieron la comodidad en los militares, pero hubo un empeoramiento en condiciones húmedas.	1
Breeze et al. (2011)	n=71 Cadetes del ejército y fusileros navales.	Movimiento bajo fuego.	Tiro con rifle; Simulación de movimiento bajo fuego y subida de un ascensor de bomberos de 20 m con una víctima simulada.	Seis tipos de collares cervicales de diferentes países.	Comodidad y restricción potencial del desempeño militar.	Collares más altos y rígidos presentaron los peores resultados en general y designs con segmentos superpuestos fueron los más cómodos a la hora de disparar.	1
Breeze et al. (2013)	n=10 Soldados de infantería.	Prueba de pista armada y equipada.	Aceptabilidad de la tropa, frecuencia cardíaca, temperatura timpánica y cutánea.	6 tipos de collares protectores para la cervical: sin protección para el cuello; cuello de tres piezas; cuello de dos piezas; nape pad; pañuelo balístico; EP-UBACS.	Comodidad	El pañuelo balístico presentó una comodidad del 30%, mientras que los otros cinco tipos tenían una comodidad del 90%.	0
Breeze et al. (2014)	n=20 Soldados en una misión en Afganistán.	Misión en Afganistán.	Comodidad	Se compararon tres configuraciones de una camiseta de combate con protección de cuello (EP-UBACS) frente a la estándar (UBACS).	Comodidad, disipación de calor y aceptabilidad general.	Tejido de seda fue el más cómodo, pero los cuellos no resistían después de un uso repetido. Los collares crossover que incorporan UHMWPE o fieltro han tenido una aceptación similar a los UBACS estándar.	0
GE = grupo experimental; GC = grupo control; RR = riesgo relativo; UBACS = <i>body armour combat shirt</i> ; UHMWPE = una capa de polietileno de ultra alto peso molecular							

Fuente: Las autoras (2022).

## 4 DISCUSIÓN

Factores como el estrés y el sedentarismo fueron asociados con síntomas musculoesqueléticos (VITARI; FRANCISCO; MELLO, 2012). Al mismo tiempo, los individuos con alta demanda física presentaron tasas más altas de dolor lumbar (DANIELS *et al.*, 2005). En personas mayores, bajo estrés y en posiciones de trabajo inadecuadas, la incidencia de dolor lumbar fue mayor (NISSEN *et al.*, 2014). Factores como los modelos de calzado y el exceso de carga fueron motivos de insatisfacción laboral (MCCAIG; GOODERSON, 1986). En los conductores de vehículos blindados, la lumbalgia se asoció a condiciones de vibración excesiva (OR=1,95 e IC 95% = 1,02-3,69) y a una postura sentada con inclinación anterior del tronco (OR = 3,63 e IC 95% = 1,06-12,42).

En cuanto a las estrategias de prevención (intervenciones ergonómicas), se incluyeron un total de cinco estudios, con 388 militares participantes. En este caso, las muestras estaban compuestas por fusileros navales, cadetes del ejército y fusileros, reclutas y soldados en misión en Afganistán. Las intervenciones ocurrieron durante las actividades de servicio militar, carga de carga y actividades de arrastrarse (Tabla 2).

Para los reclutas, el riesgo de dolor de espalda se redujo significativamente con intervenciones basadas en pautas ergonómicas y ejercicios de extensión de la columna en posición prona. Las intervenciones se realizaron en un período de 3 meses (RR = 0,6 (0,5–0,9), 1 año RR = 0,7 (0,4–1,1), cuya búsqueda de atención en enfermería disminuyó considerablemente (RR = 0,3 (0,2–0,7) (LARSEN *et al.*, 2002).

El uso de plantillas amortiguadoras en los reclutas fusileros navales parece aumentar la comodidad de los militares, aunque no hubo diferencia entre los grupos (grosor de 3 o 6 mm). Además, hubo un empeoramiento de la incomodidad en condiciones de aumento de la humedad del pie (HOUSE; DIXON; ALLSOPP, 2004).

El uniforme y el equipo de protección se investigaron en tres estudios (BREEZE *et al.*, 2011, 2013, 2014) en pruebas de arrastrarse, carga de carga armada equipada y en actividades comunes de combate. El uso de protectores de cuello más cortos y delgados se clasificó como más cómodo y el pañuelo balístico tuvo una comodidad del 30%, mientras que los otros cinco tipos tuvieron una comodidad del 90%.

Los resultados del presente estudio corroboran la alta incidencia de síntomas musculoesqueléticos en militares combatientes, ya sea relacionados con factores de riesgo (NISSEN *et al.*, 2014) o la propia actividad (MCCAIG; GOODERSON, 1986). Además de una fuerte necesidad de la práctica regular de ejercicios físicos, el control del estrés, la carga transportada, el cuidado con la vestimenta y factores relacionados con la ergonomía organizacional (adecuación del trabajador para la actividad, considerando sus expectativas y calificaciones) y la ergonomía cognitiva (en especial, el estrés), o el no empleo de actividades para combatir a un enemigo (CAMERON; OWENS, 2016). También se encontró que en situaciones relacionadas con el entrenamiento, las lesiones del *non-battle* son responsables de gran parte (o la mayoría)

de los síntomas musculoesqueléticos (CAMERON; OWENS, 2016). Así, las estrategias basadas en orientaciones ergonómicas, ejercicios y adaptación de calzado y uniformes parecieron ser efectivas.

Sin embargo, este estudio no está libre de limitaciones. Primero, a pesar de que todos los militares incluidos eran combatientes, hubo una gran diversidad entre las muestras de los estudios incluidos. Como resultado, existe una gran heterogeneidad entre los estudios. Hubo un pequeño número de estudios que objetivamente realizaron intervenciones ergonómicas. Al mismo tiempo, los estudios mostraron baja calidad metodológica. De los cinco estudios, apenas uno (LARSEN *et al.*, 2002) presentó una buena valoración mediante la escala de Jadad (tres puntos), lo que demuestra que el nivel de confianza que se puede tener como resultado del presente estudio es bajo. A pesar de la dificultad de realizar un doble ciego en los estudios de intervención ergonómica, la mayoría de los estudios fracasaron porque no realizaron una aleatorización adecuada de los participantes, con el consiguiente riesgo de sesgo de selección. Como fortalezas, este estudio realizó una búsqueda extensa en bases de datos, incluyendo las principales relacionadas con la ergonomía y áreas afines.

## 5 CONCLUSIÓN

La presente revisión concluye que se han realizado las siguientes evaluaciones ergonómicas a los militares combatientes: nivel de estrés, sedentarismo, características de la actividad, presencia de vibraciones, postura durante las actividades operativas, evaluación del calzado, vestimenta y carga transportada, ración y nivel de satisfacción con el trabajo. En cuanto a las intervenciones, las estrategias de orientación ergonómica, el uso de plantillas, los ejercicios físicos y los collares cervicales parecen reducir los síntomas dolorosos, aumentar la comodidad y la aceptabilidad de los militares. Teniendo en cuenta la baja calidad metodológica de la mayoría de los estudios incluidos, estos resultados deben extrapolarse con cautela. Con ello, se sugiere realizar nuevos estudios experimentales, con mayor rigor metodológico, especialmente con el objetivo de minimizar los sesgos de selección y la confusión.

## AUTORÍA Y COLABORACIONES

Todos los autores participaron por igual en la elaboración del artículo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Educación Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN), Marina de Brasil.

## REFERENCIAS

ARMSTRONG, D. W. 3RD *et al.* Stress fracture injury in young military men and women. **Bone**, New York, v. 35, n. 3, p. 806-816, Sep. 2004.

BEDNO, S. *et al.* Effects of personal and occupational stress on injuries in a young, physically active population: a survey of military personnel. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 179, n. 11, p. 1311-1318, Nov. 2014. Disponible en: <https://academic.oup.com/milmed/article/179/11/1311/4159905>. Accesado el: 17 ago. 2022.

BLACKER, S. D.; WILKINSON, D. M.; RAYSON, M. P. Gender differences in the physical demands of British Army recruit training. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 174, n. 8, p. 811-816, Aug. 2009. Disponible en: <https://academic.oup.com/milmed/article/174/8/811/4335684>. Accesado el: 17 ago. 2022.

BOOTH-KEWLEY, S.; LARSON, G. E.; HIGHFILL-MCROY, R. M. Psychosocial predictors of return to duty among marine recruits with musculoskeletal injuries. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 174, n. 2, p. 139-152, Feb. 2009.

BREEZE, J. *et al.* Developmental framework to validate future designs of ballistic neck protection. **The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, Edinburgh, v. 51, n. 1, p. 47-51, Jan. 2013. Disponible en: [https://www.bjoms.com/article/S0266-4356\(12\)00086-1/fulltext](https://www.bjoms.com/article/S0266-4356(12)00086-1/fulltext). Accesado el: 16 ago. 2022.

BREEZE, J. *et al.* Ergonomic assessment of enhanced protection under body armour combat shirt neck collars. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, London, v. 160, n. 1, p. 32-37, Mar. 2014. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257599996\\_Ergonomic\\_assessment\\_of\\_enhanced\\_protection\\_under\\_body\\_armour\\_combat\\_shirt\\_neck\\_collars](https://www.researchgate.net/publication/257599996_Ergonomic_assessment_of_enhanced_protection_under_body_armour_combat_shirt_neck_collars). Accesado el: 16 ago. 2022.

BREEZE, J. *et al.* Face, neck, and eye protection: adapting body armour to counter the changing patterns of injuries on the battlefield. **The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, Edinburgh, v. 49, n. 8, p. 602-606, Dec. 2011. Disponible en: [https://www.bjoms.com/article/S0266-4356\(10\)00316-5/fulltext](https://www.bjoms.com/article/S0266-4356(10)00316-5/fulltext). Accesado el: 16 ago. 2022.

CAMERON, K.; OWENS, B. (ed.). **Musculoskeletal injuries in the military**. New York: Springer, 2016.

CAROW, S. D. *et al.* Risk of lower extremity injury in a military cadet population after a supervised injury-prevention program. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v. 51, n. 11, p. 905-918, Nov. 2016.

DANIELS, C. *et al.* Self-report measure of low back-related biomechanical exposures: clinical validation. **Journal of Occupational Rehabilitation**, [New York], v. 15, n. 2, p. 113-128, June 2005.

FINESTONE, A. *et al.* Overuse Injuries in Female Infantry Recruits during Low-Intensity Basic Training. **Medicine Science in Sport and Exercise**, [Madison], v. 40, p. 630-635, 2008. Suppl. 11.

HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 39, n. 6, p. 340-346, June 2005.

HEIR, T.; EIDE, G. Injury proneness in infantry conscripts undergoing a physical training programme: smokeless tobacco use, higher age, and low levels of physical fitness are risk factors. **Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports**, Copenhagen, v. 7, n. 1, p. 304-311, Oct. 1997.

HENDERSON, N. E. *et al.* Injuries and injury risk factors among men and women in U. S. Army Combat Medic Advanced individual training. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 165, n. 9, p. 647-652, 2000. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/39/6/340>. Acesso em: 16 ago. 2022.

HOUSE, C.; DIXON, S.; ALLSOPP, A. User trial and insulation tests to determine whether shock-absorbing insoles are suitable for use by military recruits during training. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 169, n. 9, p. 741-746, Sep. 2004.

JADAD, A. *et al.* Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? **Controlled Clinical Trials**, New York, v. 17, n. 1, p. 1-12, Feb. 1996.

KAZMAN, J. B. *et al.* Physical fitness and injury reporting among active duty and National Guard/Reserve women: associations with risk and lifestyle factors. **U.S. Army Medical Department Journal**, Fort Sam Houston, p. 49-57, Apr./June 2015.

KNAPIK, J. J. *et al.* A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, IL, v. 26, n. 2, p. 585-597, Feb. 2012.

KNAPIK, J. J. *et al.* A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology, London**, v. 8, n. 1, p. 1, Mar. 2013. Disponible en: <https://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6673-8-5>. Accesado el: 16 ago. 2022.

KNAPIK, J.; REYNOLDS, K. **Load carriage in military operations: a review of historical, physiological, biomechanical and medical aspects.** [Fort Sam Houston]: Borden Institute, 2010.

LARSEN, K.; WEIDICK, F.; LEBOEUF-YDE, C. Can passive prone extensions of the back prevent back problems? A randomized, controlled intervention trial of 314 military conscripts. **Spine**, Hagerstown, MD, v. 27, n. 24, p. 2747-2752, dez. 2002.

LARSSON, H.; TEGERN, M.; HARMS-RINGDAHL, K. Influence of the implementation of a comprehensive intervention programme on premature discharge outcomes from military training. **Work (Reading, Mass.)**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 241-251, 2012.

LEYK, D. *et al.* Recovery of hand grip strength and hand steadiness after exhausting manual stretcher carriage. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 96, n. 5, p. 593-599, Mar. 2006. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/7356541\\_Recovery\\_of\\_hand\\_grip\\_strength\\_and\\_hand\\_steadiness\\_after\\_exhausting\\_manual\\_stretcher\\_carriage](https://www.researchgate.net/publication/7356541_Recovery_of_hand_grip_strength_and_hand_steadiness_after_exhausting_manual_stretcher_carriage). Accesado el: 18 ago. 2022.

MAJCHRZYCKA, K. *et al.* Ergonomics assessment of composite ballistic inserts for bullet- and fragment-proof vests. **International Journal of Occupational Safety & Ergonomics, Abingdon**, v. 19, n. 3, p. 387-396, Sep. 2013.

MAJCHRZYCKA, K. *et al.* Ergonomics Assessment of Composite Ballistic Inserts for Bullet- and Fragment-Proof Vests Ergonomics Assessment of Composite Ballistic Inserts for Bullet- and Fragment-Proof Vests. v. 3548, n. March, 2016.

MALLOY, P. *et al.* Hip external rotator strength is associated with better dynamic control of the lower extremity during landing tasks. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v. 30, n. 1, Jan. 2016.

MCCAIG, R. H.; GOODERSON, C. Y. Ergonomic and physiological aspects of military operations in a cold wet climate. **Ergonomics**, [London], v. 29, n. 7, p. 849-857, 1986.

MONNIER, A. *et al.* Risk factors for back pain in marines; a prospective cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 17, p. 1-12, 2016. Disponível em: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-016-1172-y>. Acesso em: 18 ago. 2022.

NISSEN, L. R. *et al.* Deployment-related risk factors of low back pain: a study among danish soldiers deployed to Iraq. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 179, n. 4, p. 451-458, Apr. 2014.

POPOVICH, R. M. *et al.* Effect of rest from running on overuse injuries in army basic training. **American Journal of Preventive Medicine**, Amsterdam, v. 18, p. 147-155, Apr. 2000. Suppl. 3.

RAMSTRAND, N. *et al.* Evaluation of load carriage systems used by active duty police officers: Relative effects on walking patterns and perceived comfort. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 53 Pt A, p. 36-43, Mar. 2016.

ROSENDAL, L. *et al.* Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. **Clinical Journal of Sport Medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, New York, v. 13, n. 3, p. 157-163, May 2003.

ROY, T. C. *et al.* Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. **Military Medicine**, Washington, DC, v. 181, n. 11, p. e1476-1483, Nov. 2016.

ROZALI, A. *et al.* Low back pain and association with whole body vibration among military armoured vehicle drivers in Malaysia. **The Medical Journal of Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 64, n. 3, p. 197-204, Sep. 2009.

SCHOENFELD, A. J. *et al.* The influence of musculoskeletal conditions, behavioral health diagnoses, and demographic factors on injury-related outcome in a high-demand population. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. American volume, Boston, v. 96, n. 13, 2014.

STEVENSON, J. M. *et al.* Development and assessment of the Canadian personal load carriage system using objective biomechanical measures. **Ergonomics**, London, v. 46, n. 12, p. 37-41, Oct. 2007.

TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 16, p. 104, May 2015. Disponível em: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-015-0557-7>. Acesso em: 16 ago. 2022.

TOMES, C.; ORR, R. M.; POPE, R. The impact of body armor on physical performance of law enforcement personnel: a systematic review. **Annals of Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 29, May 2017.

VITARI, F. C.; FRANCISCO, H. S.; MELLO, M. G. da S. Ergonomic risks on the operational activities of firefighters from Rio de Janeiro. **Work**, Amsterdam, v. 41, p. 5810-5812, Feb. 2012. Suppl. 1.

YUAN, C.-K.; KUO, C.-L. Influence of hand grenade weight, shape and diameter on performance and subjective handling properties in relations to ergonomic design considerations. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 37, n. 2, p. 113-118, Mar. 2006.



# El Soldado del Ejército Portugués: perfiles iguales o diferentes?

*Soldier of the Portuguese Army: equal or different profiles?*

**Resumen:** El Ejército portugués ha registrado una difícil renovación de recursos humanos, en particular, en la categoría de Alistados. Con el propósito de estudiar los motivos que interfieren en esta población objetivo, este artículo tiene como objeto analizar los perfiles sociodemográficos de los jóvenes incorporados mediante la aplicación de un cuestionario interno, de carácter reservado, en el momento de su ingreso al Curso de Formación General Común de Alistados de Ejército. Los resultados permitieron identificar cuatro grupos de jóvenes voluntarios para el servicio militar a través de la intersección entre el área de residencia, la historia escolar, los motivos de ingreso y las percepciones sobre la Institución. Los datos obtenidos revelaron que, durante la fase de reclutamiento, la divulgación del servicio militar debe potenciar la difusión de los valores y los incentivos proporcionados por el mismo.

**Palabras clave:** Ejército Portugués; reclutamiento; ingreso; perfil militar; capacidad de atraer.

**Abstract:** The Portuguese Army has been experiencing a difficult renewal of human resources, in particular in the rank of Private. With the purpose of studying the reasons that interfere in this target population, the present article aims at analyzing the socio-demographic profiles of young men incorporated, through the application of an internal questionnaire, of admission to the Army's Common General Training Course for enlisted men. The results allowed the identification of four groups of young volunteers for military service through the intersection between the zone of residence, academic background, reasons for joining and perceptions about the Institution. The data obtained revealed that during the recruitment phase, the promotion of military service should enhance the diffusion of the values and incentives it provides.

**Keywords:** Portuguese Army; recruitment; ingress; military profile; attractiveness.

**Miguel Andrade** 

Exército Português. Centro de Psicologia Aplicada do Exército (CPAE).  
Queluz, AML, Portugal.  
Universidade Autónoma de Lisboa  
Lisboa, AML, Portugal  
miguelandrade1990@gmail.com

**Rui Eusébio** 

Exército Português. Centro de Psicologia Aplicada do Exército (CPAE).  
Queluz, AML, Portugal.  
Universidade de Lisboa. Faculdade de Psicologia.  
Lisboa, AML, Portugal.  
eusebio.rmb@exercito.pt

**Marcos Santos Silva** 

Marcos Santos Silva  
Exército Português. Centro de Psicologia Aplicada do Exército (CPAE).  
Queluz, AML, Portugal.  
marco.sansil@gmail.com

**Recibido: 28 oct. 2022**

**Aprobado: 06 feb. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



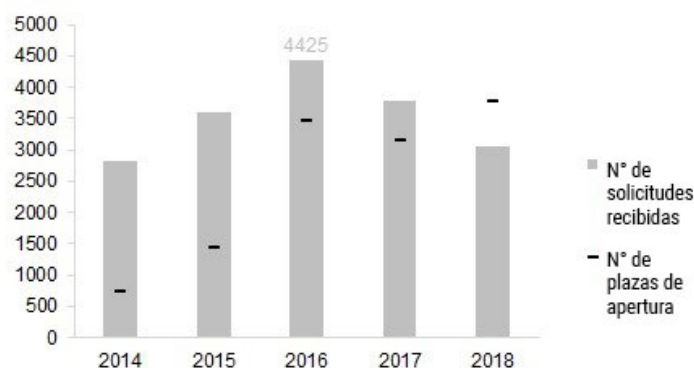
Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

En 2004, el Ejército portugués (EP) enfrentó al fin del servicio militar obligatorio y a la implementación de un modelo de recursos humanos (RH) basado en el voluntariado (Coelho *et al.*, 2019). Con esta transformación, el EP se vio ante la necesidad de recurrir a la contratación de jóvenes para sus filas, pasando, de esa forma, a depender de su atracción y competitividad frente al resto del mercado laboral disponible, requiriendo nuevos esfuerzos en el reclutamiento y en la gestión del capital humano necesario para el cumplimiento de las misiones asignadas. La adaptación del EP al nuevo paradigma ha revelado desafíos que se han traducido en una creciente dificultad para atraer y retener a los jóvenes para ejercer funciones militares (Silva *et al.*, 2019). Este fenómeno no se restringe exclusivamente al contexto portugués y ha sido objeto de estudios (Lievens, 2007; Marrone, 2020; Organización del Tratado del Atlántico Norte; Organización de Investigación y Tecnología, 2007), en gran parte debido a los costos financieros y operativos que la difícil regeneración de RH implica, esencialmente en la categoría de Alistados (Lievens, 2007; Marrone, 2020; North Atlantic Treaty Organization; ResearchAnd Technology Organisation, 2007).

La baja adhesión de jóvenes, principalmente en la categoría Alistados, representa actualmente uno de los grandes retos a los que el EP enfrenta. En el Gráfico 1, se puede observar la evolución de las cifras anuales relacionadas con las vacantes y sus respectivas candidaturas. La creciente necesidad de aumentar el contingente militar y la concomitante disminución de candidatos jóvenes han resultado en una tendencia negativa en el número de candidatos por vacante, con valores reportados en 2018 que pueden considerarse muy críticos (Silva *et al.*, 2019). La dificultad de atraer se ha verificado en los datos recogidos, durante la atracción que se da a lo largo del proceso de selección y formación de los nuevos militares, en la salida voluntaria (de los militares activos) y en la salida obligatoria (de los militares que llegan al límite máximo de renovaciones de contrato). La relación entre los fenómenos disparó la noción de vulnerabilidad a nivel de los RH del Ejército, lo que motivó el desarrollo y aplicación de medidas de intervención, entre las que se destacan: la reducción del tiempo de espera desde la candidatura hasta la convocatoria al proceso de selección, la eliminación de los requisitos mínimos de aptitud física, una mayor distribución geográfica de los cursos de formación militar, aumento del salario durante el entrenamiento y la flexibilización del uso de tatuajes (Silva *et al.*, 2019). En el mismo sentido, también se actualizó la regulación de incentivos a la prestación del servicio militar (Decreto-Ley n° 76/2018), sin embargo, el conjunto de medidas implementadas no impidió la falta de adherencia al servicio militar y la salida voluntaria, que representa modelos amorfos para el propio sistema.

Frente al problema y considerando sus similitudes con los desafíos sentidos también en el contexto militar internacional (por ejemplo, en EE.UU. y Bélgica, entre otros) (Bertonha, 2008), el análisis que sigue pretende conocer y diferenciar a los jóvenes que se incorporan al Ejército y, así, contribuir a la mejora del sistema de reclutamiento.

**Gráfico 1 – Número anual de vacantes y solicitudes recibidas para la categoría de Alistados**

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2019).

La investigación sobre el tema sugiere la necesidad de investigar los diferentes factores, individuales y organizacionales, que pueden contribuir a un mayor atractivo del personal militar (Lievens, 2007; Marrone, 2020; Organización del Tratado del Atlántico Norte; Organización de Investigación y Tecnología, 2007). El presente estudio tiene como objetivo analizar los perfiles de los jóvenes incluidos en la categoría de Alistados del EP. El análisis se basa en datos recogidos en el momento de la incorporación, cuando los individuos aún no tienen un conocimiento tácito de la institución, y distingue perfiles en función de las características individuales de los graduandos, pero también, su percepción de las características organizacionales, los factores de atractivo y nivel de información de la Institución. Los resultados obtenidos permiten un mayor conocimiento de los jóvenes que fueron reclutados por la Organización y formular aportes para nuevas estrategias de reclutamiento.

## 2 METODOLOGÍA

La investigación realizada pretende aportar información que sustente la decisión del Comando del Ejército. Así, se elaboró un cuestionario para monitorear y medir un conjunto de variables sobre los jóvenes que están iniciando su vida militar en el EP. Este cuestionario se realiza de forma *on-line* a través de la plataforma LimeSurvey y se aplica durante el proceso de incorporación. El momento de incorporación se refiere al día en que los candidatos, verificados en las pruebas de selección, inician el entrenamiento militar necesario para la prestación del servicio militar en régimen voluntario o por contrato. La recolección de datos realizada en ese momento tiene como principal objetivo conocer los RH que se encuentran en proceso de integración a la Organización, con el fin de mejorar los procesos internos, promover la imagen institucional e intervenir en la inversión sin retorno asociada a la salida anticipada de la Organización (Lomascolo, 2008; Organización del Tratado del Atlántico Norte; Organización de Investigación y Tecnología, 2007; Lomascolo Strand; Berndtsson, 2015). En total, participaron 2.082 jóvenes incorporados en los Cursos de Formación General Común de Alistados de Ejército, celebrados entre 2018 y 2020 y, a efectos del estudio, se utilizó datos de género, zona de residencia, trayectoria educativa y profesional, motivaciones y percepciones sobre la Institución.

Cabe señalar que para llevar a cabo el presente estudio en el Ejército portugués, no es necesario presentar un protocolo de investigación a un comité de ética, solo es necesario obtener una autorización superior del Comando. Cabe agregar, además, que fue el propio Comando del Ejército quien asignó al Centro de Psicología Aplicada del Ejército la responsabilidad de continuar con el análisis del fenómeno.

## 2.1 Análisis Estadístico

El Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA) es un método exploratorio que tiene como objetivo verificar y estudiar las interrelaciones entre las categorías de variables bajo análisis. Siendo este un método de investigación, la interpretabilidad del plan de categorías es, sin duda, el elemento esencial para el estudio. El análisis gráfico del ACM permite, de forma representativa, visualizar la relación de la distribución entre las variables. Las categorías correspondientes a las variables bajo análisis están representadas por puntos, y la distancia entre ellos permite interconectar la existencia o no de relaciones, dando como resultado la construcción de perfiles.

La construcción gráfica es predominante según las variables que afectan a los ejes (que representan las dimensiones creadas) y sus categorías están fuertemente correlacionadas entre ellas y los ejes, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1 – Medidas de Discriminación y aportes de las variables

Variables	Dimensión 1		Dimensión 2	
	Discriminación	Contribución	Discriminación	Contribución
Zona de Residencia	<b>0,241</b>	13,40%	0,045	2,90%
Habilitaciones	<b>0,617</b>	34,30%	0,009	0,60%
Motivo de ingreso	0,015	0,80%	<b>0,273</b>	17,20%
Quiere competir en una categoría superior	0,015	0,90%	<b>0,251</b>	15,80%
Histórico de fracaso escolar	<b>0,441</b>	24,50%	0,022	1,40%
Voluntad de seguir estudios	<b>0,265</b>	14,70%	0,015	0,90%
Nivel de información sobre el Ejército	0,011	0,60%	<b>0,420</b>	26,50%
Percepción de la Remuneración	0,055	3,10%	<b>0,294</b>	18,60%
Condiciones ofrecidas frente al mercado de trabalho	0,139	7,70%	<b>0,255</b>	16,10%
Inercia	0,200		0,176	
% de varianza explicada	11,50%		10,12%	

Fuente: Ejército Portugués

El software utilizado para los análisis realizados fue IBM SPSS.

De acuerdo con la tabla presentada, se observa cuáles son las variables que más contribuyen a la definición de los ejes compuestos por la Dimensión 1 y la Dimensión 2, los cuales fueron denominados “Zona de residencia y histórico de fracaso escolar” y “Motivos de ingreso y percepciones sobre la Institución”.

### 3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Características de los nuevos reclutas

Para comprender el perfil de los jóvenes que ingresaron a la categoría de Alistados del EP, se analizó un conjunto de preguntas sobre características sociodemográficas. Estos datos descritos en la Tabla 2 revelaron que la mayoría de los graduandos tiene un histórico de fracaso escolar (64%) y en cuanto a la escolaridad, secundaria completa (63,3%), registrándose, sin embargo, un porcentaje importante de casos (34,3%) que solo habían completado el 3er ciclo de educación básica, por lo tanto, no completando el 12º año de escolaridad (en Brasil, el 3er ciclo de la educación básica portuguesa corresponde a la Enseñanza Fundamental y el 12º año de escolaridad corresponde a la Enseñanza Media brasileña), como se describe en la legislación nacional (Decreto-Ley nº 176/2012). Cabe señalar que, siendo el 3er ciclo el nivel mínimo de escolaridad para optar a la categoría de Alistado (Portugal, c2021), la obtención de RH con un bajo nivel de habilitación puede influir negativamente en el desempeño profesional de la plantilla contratada (Ng; Feldman, 2009). En la Tabla 2, se observa que la mayoría de los encuestados provienen del Norte del país. Estos datos están agrupados por “zona de residencia” y resultan de la combinación de casos con una mejor distribución muestral y una relación geográfica entre distritos de residencia. A modo de ejemplo, los distritos pertenecientes a las unidades territoriales de Alentejo y Algarve se agruparon en la zona de residencia “Sur” a efectos de análisis estadístico.

Tabla 2 – Características de los graduandos en el momento de la incorporación

Características de los graduandos	N	%
<b>Sexo</b>		
Masculino	1736	83%
Feminino	346	17%
<b>Histórico de fracaso escolar</b>		
Reprobó	1339	64%
Nunca reprobó	743	36%
<b>Escolaridad</b>		
3er ciclo	714	34%
Enseñaza secundaria	1317	63%
Enseñaza superior	49	2%
Otro	2	0%
<b>Situación profesional antes del ingreso</b>		
Desempleado	1401	67%
Empleado	681	33%

Características de los graduandos	N	%
<b>Zona de residência</b>		
Norte	1072	51%
Centro	514	25%
Sur	307	15%
Regiones autónomas	189	9%

Fuente: Ejército Portugués

### 3.2 Características de ingreso

Una vez analizadas las características de los jóvenes incorporados al EP, también es importante conocer sus motivaciones, aspiraciones y percepciones sobre la Institución. En cuanto a la motivación de ingreso, en la Tabla 3, se puede observar que la mayoría de los jóvenes (69%) decidió alistarse por la posibilidad de “Servir a la Patria y defender el País”, contrariamente a una minoría que ingresó debido a las condiciones ofrecidas y oportunidades brindadas.

Para comprender el atractivo del servicio militar se utilizó la teoría de Moskos (1986), que distingue los valores ocupacionales de los valores institucionales. Según el autor, el ingreso motivado por la defensa del país puede ser catalogado como un valor institucional definido como un atributo intrínseco y diferenciador de la Institución militar que apela a una causa superior al interés individual del joven. Por el contrario, las motivaciones basadas en las condiciones de trabajo, entre otras, pueden incluirse en los valores ocupacionales caracterizados como intereses o motivaciones propias (Helmus *et al.*, 2020). Según el autor, el servicio militar voluntario actual llevaría la Organización militar a perder sus valores institucionales a favor de los valores ocupacionales orientados al salario y otros beneficios (*idem.*). Sin embargo, los resultados obtenidos revelan que los valores institucionales siguen prevaleciendo sobre los valores ocupacionales, sugiriendo la importancia de promover la identidad organizacional como un factor de atractivo (LIEVENS, 2007).

El análisis descrito en la Tabla 3 demuestra que la mayoría de los recién graduandos (62%) sentía que estaba informada sobre la Institución, sin embargo, un porcentaje significativo detenía un nivel de conocimiento bajo o moderado. Independientemente de las condiciones que se ofrecen al momento del ingreso, la decisión de ingreso también depende del camino que la Institución brinda al joven. En este sentido, se observó que, al momento de la incorporación, la mayoría de los reclutas aspira a competir por una categoría superior (77%) y muchos cuentan con las calificaciones necesarias para este ascenso en la jerarquía militar (63%, ver Tabla 1). Con el aumento del nivel de escolaridad de la población portuguesa (PORDATA, 2021), la admisión basada en las habilidades académicas tiende a aumentar la elegibilidad para categorías superiores<sup>1</sup>, facilitando movimientos

<sup>1</sup> Por ejemplo, para ambas categorías, de Alistados y Sargentos, compiten jóvenes con educación secundaria y un grupo de edad similar.

ascendentes que dificultan la cobertura de vacantes en la base de la pirámide. También se agrega, además, en referencia a las aspiraciones futuras, que la mayoría de los encuestados manifestó su voluntad de continuar sus estudios (70%). Los datos refuerzan la importancia de divulgar y garantizar el acceso a los incentivos relacionados con la formación profesional y académica previstos en la normativa (Decreto-Ley n° 76/2018).

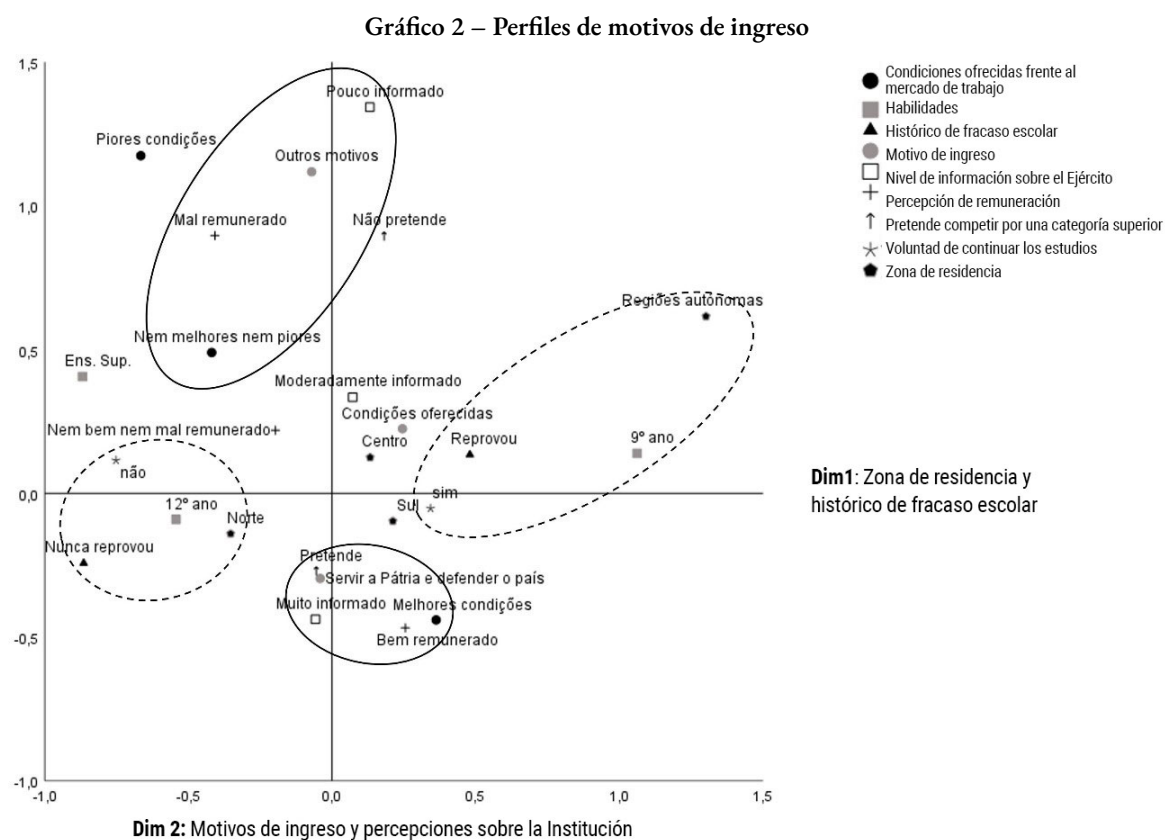
**Tabla 3 – Características de ingreso de los graduandos**

<b>Características de ingreso</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Motivo de ingreso</b>		
Servir la patria y defender el país	1436	69%
Condiciones de trabajo ofrecidas	333	16%
Actividad física, acción y aventura	117	6%
Ser independiente	169	8%
No tener otra oportunidad	27	1%
<b>Condiciones ofrecidas frente al mercado</b>		
Mejores condiciones	1131	54%
Ni peores, ni mejores	904	44%
Peores condiciones	47	2%
<b>Percepción de la remuneración</b>		
Bien remunerado	1126	54%
Ni bien, ni mal remunerado	488	23%
Mal remunerado	468	23%
<b>Nivel de información sobre el Ejército</b>		
Muy informado	1292	62%
Moderadamente informado	491	24%
Poco informado	299	14%
<b>Pretende competir por una categoría superior</b>		
Pretende	1599	77%
No pretende	483	23%
<b>Voluntad de continuar los estudios</b>		
Si	1430	69%
No	652	31%

Fuente: Ejército Portugués

### 3.3 El Perfil de los militares que compiten por el Ejército Portugués

A partir de las variables analizadas y utilizando un análisis de correspondencias múltiples (ACM) como método exploratorio (Carvalho, 2017), fue posible materializar la construcción de diferentes perfiles de reclutas. En el Gráfico 2, hay una representación de los perfiles exploratorios, sustentada en un análisis preliminar. Los resultados expresados identifican dos dimensiones que relacionan el histórico de fracaso escolar y la zona de residencia, con los motivos de ingreso y las percepciones sobre la Institución. La primera dimensión se denominó “Zona de residencia e histórico de fracaso escolar” y permite visualizar las diferencias entre escolaridad, éxito académico y disposición a continuar los estudios entre individuos del Norte del país y las Regiones Autónomas. La segunda dimensión se denominó “Motivos de ingreso y percepciones sobre la Institución”, en la cual se evidencia la percepción de los graduandos en relación al salario que obtendrán, las condiciones que se ofrecen, el principal motivo de ingreso, su percepción sobre la información que tienen sobre el Ejército y si tienen intención de optar a una categoría superior.



Fuente: Ejército Portugués



El análisis de la primera dimensión permite identificar diferentes perfiles que sugieren interesantes reflexiones cuyas variables discriminantes se relacionan con la zona de residencia y la carrera escolar. Así, está el grupo de sujetos que residían en el Norte y que tenían asociados los atributos del 12º año de escolaridad, una carrera escolar sin fracasos y sin voluntad de continuar sus estudios. Por otro lado, en el mismo eje, se encuentra el grupo de individuos con la enseñanza básica, residentes en las comunidades autónomas, con histórico de fracaso escolar y con voluntad de continuar sus estudios.

Teniendo en cuenta la segunda dimensión, existe un grupo de reclutas cuyo principal motivo de ingreso fue “Servir a la Patria y defender el País”. Estos individuos manifestaron una intención de competir por una categoría superior, se sintieron muy informados sobre el EP al momento de su incorporación, consideraron la profesión militar bien remunerada y con mejores condiciones en comparación con otros trabajos. Por otro lado, también existe un grupo de jóvenes que no tenían la intención de postularse a una categoría superior, se sintieron poco informados sobre la Institución y percibieron condiciones y oportunidades poco favorables frente a las alternativas del mercado.

#### 4 CONCLUSIÓN

Conocer al joven recluta es fundamental para repensar el perfil del candidato deseado y delinear estrategias de captación dirigidas al público objetivo. La pertinencia de este tema es incuestionable frente a las necesidades de RH registradas en los últimos años que pueden comprometer la respuesta a las misiones institucionales.

Con el objetivo de analizar los perfiles de los jóvenes incorporados a la categoría de Alistados del EP, se utilizó una muestra de 2.082 encuestados obtenida a través de un cuestionario aplicado en el momento de la incorporación. El análisis de datos realizado permitió identificar un conjunto de características de los nuevos graduandos, a saber, la prevalencia de jóvenes del sexo masculino, desempleados y con antecedentes de fracaso escolar. Se constató que la gran mayoría del personal militar tiene una cualificación superior a la necesaria para acceder a la categoría de Alistados, situación que es inseparable de su intención de competir por un grado superior, y la importancia de promover una gestión de RH capaz de predecir los movimientos ascendentes dentro de la Organización. Existían diferentes patrones y perfiles, según el área de residencia, las características escolares y las perspectivas profesionales. Desde una perspectiva de reclutamiento y difusión, cabe señalar que los valores institucionales siguen siendo un factor de atracción principal para los jóvenes portugueses. Se identificó la importancia de mejorar la información sobre la Institución, el público objetivo y los respectivos *influencers*. En los patrones identificados, se observó que los graduandos de la región Norte tienen una trayectoria escolar exitosa, a diferencia de los graduandos de las Regiones Autónomas, que ingresan menos calificados, pero con la intención de continuar sus estudios. En este caso, los incentivos escolares y académicos de las Fuerzas Armadas deberían jugar un papel importante para atraer a los jóvenes residentes en las islas al EP.

Así, los datos obtenidos están en línea con otros estudios que apuntan a un cambio en los patrones de intereses de las nuevas generaciones y al que se debe prestar mucha atención, de resaltar en los jóvenes portugueses el valor asociado a la Institución militar y que debe ser mejorado y explorado.

Finalmente, este estudio demuestra que, dadas las dimensiones planteadas, existen diferentes perfiles de candidatos a nivel de las zonas del país, por lo que este factor también puede ser tomado en cuenta en las estrategias de difusión y captación de RH.

La continuidad del monitoreo implementado por el EP podrá estimular estudios capaces de obtener nuevas medidas para responder al problema de reclutamiento de jóvenes para la Institución militar.

## REFERENCIA

BERTONHA, J. F. Recrutas ou profissionais? Os dilemas das forças armadas dos EUA na virada do século XXI. **Meridiano** 47, Brasília, DF, v. 9, n. 90, p. 2-4, 2008. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/MED/article/view/2875>. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 76 de 11 de outubro de 2018**. Aprova o regulamento de incentivos à prestação de serviço militar nos diferentes regimes de contrato e no regime de voluntariado. **Diário da República**: seção 1, Brasília, DF, n. 196, p. 4936-4945, 11 out. 2018.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 176, de 2 de agosto, 2012**. Regula o regime de matrícula e de frequência no âmbito da escolaridade obrigatória das crianças e dos jovens com idades compreendidas entre os 6 e os 18 anos e estabelece medidas que devem ser adotadas no âmbito dos percursos escolares dos alunos para prevenir o insucesso e o abandono escolares. **Diário da República**: seção 1, Brasília, DF, n. 149, p. 4068-4071, 8 fev. 2012.

CARVALHO, H. **Análise multivariada de dados qualitativos**: utilização da análise de correspondências múltiplas com o SPSS. 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2017.

COELHO, A. *et al.* Estudo de caracterização sociodemográfica e de satisfação organizacional dos militares do regime de voluntariado e de contrato dos três ramos das forças armadas. *In*: PORTUGUAL. **Militares RV/RC**: características e perceções: research brief. Lisboa: Defesa Nacional, 2019. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=%3D%3DBAAAAB%2BLCAAAAAABACzMLAwAACVZvYBBAAAAA%3D%3D>. Acesso em: 8 fev. 2023.

HELMUS, T. C. *et al.* **Life as a private**: a study of the motivations and experiences of junior enlisted personnel in the U.S. Army. Santa Monica: RAND Corporation, 2020. Disponível em: [https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_reports/RR2200/RR2252/RAND\\_RR2252.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR2200/RR2252/RAND_RR2252.pdf). Acesso em: 8 fev. 2022.

LIEVENS, F. Employer branding in the Belgian Army: the importance of instrumental and symbolic beliefs for potential applicants, actual applicants, and military employees. **Human Resource Management**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 51-69, 2007.

LOMASCOLO, A. F. **“Do you want excitement? Don’t join the Army, be a Nurse!”**: identity work and advantage among men in training for the female professions. 2008. Doctoral (Dissertation) – Virginia Tech, [Blacksburg], 2008.

MARRONE, J. V. **Predicting 36 months attrition in the US Military**: a comparison across service branches. Santa Monica: RAND Corporation, 2020. Disponível em: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR4258.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR4258.html). Acesso em: 8 fev. 2022.

MOSKOS, C. C. Tendências institucionais/ocupacionais nas forças armadas: uma atualização. **Forças Armadas e Sociedade**, v. 12, n. 3, p. 377-382, 1986.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION; RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANISATION. **Recruiting and retention of military personnel**: final report of research task group HFM-107. Brussels: NATO; RTO, 2007. (RTO Technical report, TR-HFM-107).

NG, T. W.; FELDMAN, D. C. How broadly does education contribute to job performance? **Personnel Psychology**, [s. l.], v. 62, n. 1, p. 89-134, 2009.

PORDATA. **Dados estatísticos**. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2021. Disponível em: <https://www.pordata.pt/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PORTUGAL. Exército. Regime de contrato/voluntariado. **Como te podes candidatar**. Lisboa: Exército, c2021. Disponível em: <https://www.exercito.pt/pt/junta-te/rc-rv>. Acesso em: 8 fev. 2021.

SILVA, M. *et al.* **Employer branding: the army mirrored on it's candidates**. Lisboa: [s. n.], 2019. European Research Group on Military and Society. Apresentação em conferência.

STRAND, S.; BERNDTSSON, J. Recruiting the “enterprising soldier”: Military recruitment discourses in Sweden and the United Kingdom. **Critical Military Studies**, [London], v. 1, n. 3, p. 233-248, 2015.

# Respuestas fisiológicas a la marcha equipada de 12 km transportando una ametralladora MAG o un fusil: el efecto del peso del armamento en militares bien acondicionados

*Physiological Responses to 12-Km Loaded March Carrying a Machine Gun or a Rifle: Effect of Weapon Weight in Physically Fit Military Personnel*

**Resumen:** El objetivo fue comparar las respuestas fisiológicas, durante una marcha de 12 km siguiendo los protocolos del Ejército Brasileño, entre dos grupos que transportaban diferentes cargas (equipo personal más ametralladora y equipo personal más fusil). Además, investigamos si existe una correlación entre el peso de la carga, en porcentaje de la masa corporal total (%MCT) y esas respuestas fisiológicas. Se analizaron las siguientes variables: frecuencia cardíaca media, variación de la frecuencia cardíaca, variación del lactato sanguíneo y percepción subjetiva del esfuerzo media. El grupo de equipo personal + ametralladora presentó medianas significativamente más altas para la frecuencia cardíaca media y la variación de la frecuencia cardíaca. Además, nuestros datos mostraron que la carga (%MCT) se correlacionó positiva y significativamente con todas las variables fisiológicas evaluadas, excepto con la variación del lactato sanguíneo. Realizar un transporte de carga de larga distancia con una ametralladora provocó un mayor esfuerzo cardiovascular que llevar un fusil. Además, las cargas más pesadas (% MCT) se correlacionan con una mayor respuesta cardiovascular y una mayor clasificación de percepción subjetiva del esfuerzo.

**Palabras clave:** militar; soporte de peso; caminata; esfuerzo físico; respuestas fisiológicas.

**Abstract:** The objective was to compare physiological responses, during a 12-km march following Brazilian Army protocols, between two groups carrying different loads (personal equipment plus machine gun and personal equipment plus rifle). Additionally, we investigated whether there is a correlation between load weight, in percentage of total body mass (%TBM), and those physiological responses. The following variables were analyzed: mean heart rate, heart rate variation, blood lactate variation and mean rating of perceived exertion. The personal equipment + machine gun group presented significantly higher median values for mean heart rate and heart rate variation. Furthermore, our data showed that load (%TBM) was positively and significantly correlated with all physiological variables assessed, except for blood lactate variation. Performing long-distance load carriage with a machine gun caused greater cardiovascular effort than carrying a rifle.

**Keywords:** military; weight-bearing; walking; physical exertion; physiological responses.

Lucas Vieira Coelho Dos Santos<sup>1</sup> 


lucasvcoelhos@gmail.com

Adriane Mara de Souza Muniz<sup>1</sup> 

adriane\_muniz@yahoo.com.br

Bruno Trassi Fernandes Silva De Souza<sup>1</sup> 


brunotrassi.eb@gmail.com

Ricardo Alexandre Falcão<sup>1</sup> 

ricfal9@gmail.com

Verônica Pinto Salerno<sup>2</sup> 

vpsalerno@yahoo.com.br

Luis Aureliano Imbiriba<sup>2</sup> 

luis\_aureliano@hotmail.com

Miriam Raquel Meira Mainenti<sup>1</sup> 

miriam.mainenti@hotmail.com

<sup>1</sup>Exército Brasileiro. Escola de Educação Física do (EsEFEx). Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Educação Física e Desportos (EEFD). Rio de Janeiro, Brasil.

**Recibido:** 28 oct. 2022

**Aprobado:** 06 feb. 2023

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

El entrenamiento y las operaciones militares a menudo dependen de la movilidad personal. En estas situaciones, los soldados llevan su propio equipo y suministros en el cuerpo, generalmente en mochilas y chalecos tácticos, formando así un sistema de transporte de carga (BIRREL; HOOPER; HASLAM, 2007; KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004). Los militares deben mantener un acondicionamiento físico adecuado, ya que a menudo pueden encontrarse en situaciones extremas en las que deben soportar niveles de fatiga más altos que los que normalmente se requieren de la población en general.

Entre las actividades de preparación militar, se destaca el entrenamiento de marcha, ya que es una de las actividades físicas más requeridas durante las operaciones militares, representando alrededor del 60-70% de las tareas militares australianas, por ejemplo (ORR, 2012). La falta de transporte motorizado disponible, las imposiciones tácticas o del terreno e incluso la instrucción militar o el entrenamiento físico son situaciones en las que las tropas deben marchar (BRASIL, 2019). Además, después de marchar, las tropas deben llegar a su destino indicado dentro del cronograma y en condiciones de luchar y cumplir la misión asignada.

Aunque el terreno, las condiciones climáticas y los factores psicológicos ejercen una influencia considerable en la marcha (JOVANOVIĆ *et al.*, 2014; MCCORMICK; MEIJEN; MARCORA, 2015; VOLOSHINA, 2013), se debe prestar especial atención a los factores fisiológicos, ya que la condición física tiene una relación decisiva al desempeño (KNAPIK *et al.*, 1990; KRAEMER *et al.*, 1987; SWAIN, 2011), y, por lo tanto, al cumplimiento de la tarea. El personal militar con experiencia en la marcha de pelotones reporta que hay funciones más agotadoras que desempeñar debido a la gran carga que se transporta. Por lo tanto, se están realizando investigaciones para evaluar las respuestas fisiológicas de los militares mientras transportan diferentes cargas (FAFUNDES *et al.*, 2017; HOLEWIJN, 1990; PAL *et al.*, 2009; PHILLIPS *et al.*, 2016; QUESADA *et al.*, 2000; STUEMPFLE; DRURY; WILSON, 2004), analizando frecuencia cardíaca (FC), consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ), percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) y variables fisiológicas (umbral ventilatorio, volumen minuto de ventilación, tasa de intercambio respiratorio, gasto energético, presiones bucales inspiratorias y espiratorias, lactato sanguíneo, concentración de glucosa), biomecánicas (actividad electromiográfica, rotaciones y momentos articulares, contracción isométrica voluntaria máxima) y cognitivas (respuestas correctas, falsas alarmas, sensibilidad) (FAFUNDES *et al.*, 2017; FAGHY; BLACKER; BROWN, 2016; GILES, 2019; GRENIER *et al.*, 2012; HOLEWIJN, 1990; PAL *et al.*, 2009; PHILLIPS *et al.*, 2016; QUESADA *et al.*, 2000). Sin embargo, los resultados del estudio aún difieren, con un conjunto de estudios que no encuentran el efecto de las diferentes cargas en las respuestas fisiológicas (FAGHY; BLACKER; BROWN, 2016; FAGUNDES *et al.*, 2017; PHILLIPS, 2016) y otro conjunto que sí lo hace (BORGHOLS; DRESEN; HOLLANDER, 1978; GILES, 2019; GRENIER *et al.*, 2012; PAL *et al.*, 2009; PIHLAINEN *et al.*, 2014), como se describe a continuación.

Uno de los primeros estudios sobre este tema apuntó que, durante una caminata con pesos de hasta 30 kg, cada kg de peso adicional aumentaba el  $\text{VO}_2$  en 33,5 mililitros por minuto (ml/min), la frecuencia cardíaca en 1,1 latidos por minuto (lpm) y la ventilación pulmonar a

0,6 litros por minuto (l/min) (BORGHOLS; DRESEN; HOLLANDER, 1978). Otro estudio comparó una marcha de 50 minutos a una velocidad media de 5,7 km/h, mientras transportaba 5,4 kg de equipo, con los primeros 60 minutos de marcha a una velocidad media de 5,4 km/h, mientras transportaba 24,4 kg de equipo, ambos en terreno con pendientes variables (PIHLAINEN *et al.*, 2014). Los resultados del estudio mostraron aumentos significativos en  $\text{VO}_2$ ,  $\%\text{VO}_2\text{max}$ , FC y  $\%\text{FCmax}$  al cargar 24,4 kg (PIHLAINEN *et al.*, 2014). Grenier *et al.* (2012) también identificaron una variación significativa en la FC media (91 lpm a 139 lpm) dependiendo de la carga (23 kg o 47 kg) y del cambio positivo de elevación (240 m y 570 m) en el transcurso de la marcha de 15 km. Otro estudio también mostró que la velocidad de la marcha interfiere en la FC (protocolo de Harbor modificado), que aumenta según la velocidad y la carga (sin carga: 88,7 lpm a 3,5 km/h, 94,8 lpm a 4,5 km/h; con 40 kg de carga: 114,4 lpm a 3,5 km/h, 127 lpm a 4,5 km/h) (PAL *et al.*, 2009). Más recientemente, Giles *et al.* (2019) encontraron un impacto significativo en el transporte de carga en la  $\%\text{FC}$  de reserva, con valores que aumentan progresivamente para las condiciones de transporte de carga de 47,2 kg y 50,7 kg, en comparación con 8,8 kg.

Otros estudios, sin embargo, han encontrado resultados diferentes. Fagundes *et al.* (2017) no encontraron diferencias significativas en la FC y en la PSE al variar la carga del 0% al 15% de la masa corporal tanto en pruebas de carrera máxima como en una prueba submáxima al 90% del umbral ventilatorio. Phillips *et al.* (2016) tampoco encontraron variaciones significativas de la FC al comparar las pruebas de esfuerzo máximo con carga (25 kg; 189 lpm) y sin carga (187 lpm) utilizando el protocolo Balke modificado, a pesar de una reducción en la duración de la prueba en la condición de carga. Faghy, Blacker y Brown (2016) no encontraron diferencias significativas en los valores de lactato sanguíneo al comparar pruebas submáximas de 60 minutos realizadas en una cinta rodante, con cargas variables que oscilaban entre 0 y 20 kg.

Además de esta falta de consistencia en los hallazgos, la mayoría de los estudios realizó pruebas laborales (FAGHY; BLACKER; BROWN, 2016; FAGUNDES *et al.*, 2017; HOLEWIJN, 1990; PHILLIPS *et al.*, 2016; PAL *et al.*, 2009; QUESADA *et al.*, 2000; STUEMPFLE, DRURY, WILSON, 2004) y no varió el peso del armamento, solo de las mochilas. Sin embargo, las armas generalmente se llevan durante las marchas, las actividades de entrenamiento y durante las operaciones militares, y deben ser consideradas y evaluadas. La función que implica el porte de un fusil tiene una gran importancia para la organización táctica del pelotón, ya que es la más básica y la que realiza la mayoría de los soldados del pelotón, así como el porte de una ametralladora, debido a la potencia de fuego de este armamento. Conocer las variaciones en las respuestas fisiológicas involucradas en cada una de las funciones del pelotón ayudará a establecer actividades de entrenamiento diferenciadas encaminadas a desarrollar un nivel de acondicionamiento físico adecuado al esfuerzo requerido para la marcha con carga.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar las respuestas fisiológicas entre un grupo de individuos que portaban equipo personal (EP) más una ametralladora, con otro grupo que portaba equipo personal más un fusil durante una marcha de 12 km. Además, examinamos si existe una correlación entre la carga transportada, en porcentaje de la masa corporal total ( $\%\text{MCT}$  o  $\%\text{TBM}$ ), y las respuestas fisiológicas medidas.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio experimental en el que los militares fueron asignados aleatoriamente a dos grupos para realizar una marcha de 12 km: portando un fusil (más ligero, grupo de control) o una ametralladora. Las respuestas fisiológicas se midieron antes, durante y después de la marcha.

### 2.2 Aspectos Éticos

El protocolo de investigación del estudio fue aprobado por el comité de ética local (CAAE: 83493618.1.0000.5235).

### 2.3 Muestra

Se compuso la muestra por 30 oficiales militares voluntarios (tenientes y capitanes) que prestan servicio en una guarnición del Ejército Brasileño en Río de Janeiro (muestra de conveniencia). Los criterios de inclusión fueron los siguientes: los participantes debían ser voluntarios militares, del sexo masculino, con edad entre 20 y 32 años (mediana: 26,50; 1er cuartil: 25,00; 3er cuartil: 28,00 años), en servicio activo de 7 a 15 años (mediana: 8; 1er cuartil: 7; 3er cuartil: 10 años), haber obtenido una puntuación mínima de “Bueno” (B) en la Prueba de Aptitud Física del Ejército (PAF, o TAF, en portugués) y haber firmado el Formulario de Consentimiento Libre e Informado (FCLI, o TCLE, en portugués). Fueron excluidos del estudio aquellos que acababan de terminar su período de funciones diarias asignadas; con condiciones ortopédicas, reumatológicas, respiratorias o neurológicas; con dolor musculoesquelético agudo o crónico; o que usaron medicamentos que pudieran alterar los sistemas visual y vestibular. Las informaciones de salud fueron autoinformadas por los participantes y confirmadas con la Sección de Salud de su organización militar.

### 2.4 Procedimientos

Todos los participantes realizaron una marcha de 12 km de acuerdo con el Manual de Campaña del Ejército Brasileño (BRASIL, 2019). La marcha se dividió en tres etapas de 4 km, con una duración total de tres horas. La primera etapa tuvo una duración de 45 minutos (velocidad media de 5,3 km/h), seguida de un descanso de 15 minutos. La segunda y la tercera etapas se completaron en 50 minutos cada una (velocidad media de 4,8 km/h), con un intervalo de 10 minutos entre ellas (BRASIL, 2019). La marcha de 12 km se realizó en una pista de 1 km, con la salida y la meta en el mismo lugar. Dos personas en los puntos de control ubicados a unos 500 metros de distancia se encargaron de monitorear la velocidad media de los participantes y alertarlos para aumentar o reducir su ritmo.



Todos los participantes marcharon portando equipo personal (EP), compuesto por cinturón, tirantes, dos cantimploras de 1 litro llenas de agua, casco y mochila de gran capacidad. Sin embargo, la muestra se dividió aleatoriamente en dos grupos iguales de 15 participantes, cada grupo armado con un arma diferente: uno utilizó un simulador de fusil (4,7 kg) y el otro un simulador de ametralladora (10,8 kg). Ambos simuladores estaban compuestos por fusiles Mauser Modelo 1935 con diferentes cargas adosadas a sus centros para llegar al peso aproximado del fusil y de la ametralladora.

La marcha tuvo lugar en las instalaciones del Centro de Entrenamiento Físico del Ejército (CCFEx, en portugués), Río de Janeiro. Se seleccionaron tres voluntarios cada día entre las 17:00 y las 22:00 horas. La temperatura media durante las marchas fue de  $22,94 \pm 1,93^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa de  $79,61 \pm 4,78\%$ .

Los voluntarios se presentaban en el laboratorio media hora antes de la marcha para llenar la ficha de anamnesis (informando su último puntaje en TAF, tiempo de servicio, edad y presencia o ausencia de dolor o lesión), firmar la FCLI y tener medidas masa corporal total (MCT, con y sin el equipo), lactato previo al esfuerzo y frecuencia cardíaca en reposo. Luego fueron asignados aleatoriamente a un grupo por sorteo. Primero fueron usadas 10 hojas de papel (10 días de adquisición de datos) con diferentes secuencias de tres condiciones (fueron recopilados datos de tres oficiales militares por día). La distribución de fusiles y ametralladoras en estas secuencias se organizó con el fin de asegurar un total de 15 individuos por cada grupo. Luego, usamos simples hojas de papel en una pequeña caja con las letras F y M, para fusil y ametralladoras, respectivamente (M, para la palabra ‘metralladora’, en portugués). Después de saber qué arma se utilizaría, presentamos instrucciones sobre la secuencia de actividades, la ruta a seguir y las normas de seguridad.

Antes de marchar, todos los participantes comieron una barra de cereal de 79 kilocalorías y se hidrataron con al menos 200 mililitros de agua. Cada voluntario marchaba solo y, para ello, iniciaba la marcha a intervalos de unos 20 minutos. Durante los períodos de descanso, a los participantes se les permitió quitarse la mochila y se les alimentó con una barra de cereal y se les hidrató.

La frecuencia cardíaca se registró de forma continua y la percepción subjetiva del esfuerzo se registró a intervalos de 0,5 km (a lo largo de la marcha) y al final de la marcha. Después de la marcha, se volvió a medir el lactato. Las evaluaciones fueron realizadas por examinadores capacitados que trabajaron con las principales variables de producción durante, al menos, seis meses. Además, el monitor de frecuencia cardíaca y el analizador de sangre empleados en este estudio se utilizan en todo el mundo y son muy respetados con fines científicos.

## 2.5 Equipos

La frecuencia cardíaca (FC) se midió con un monitor de frecuencia cardíaca V800 (Polar, Finlandia), equipado con una correa Polar H7. Después de la marcha, los datos (FC, distancia recorrida, ritmo, entre otros) se transmitieron vía *bluetooth* para su almacenamiento con el *software* Polar Flow (Polar, Finlandia). El lactato se midió mediante análisis de sangre capilar con un monitor Accutrend Plus (Roche, Portugal). La percepción subjetiva del esfuerzo

se evaluó utilizando la calificación de Borg modificada (PSE), que va de cero (sin esfuerzo) a diez (esfuerzo máximo) (BORG, 1998); los participantes recibieron instrucciones sobre la escala antes de la marcha, lo que luego se reforzó durante la recolección de datos.

La altura de los participantes se midió con un estadiómetro Sanny Professional (American Medical do Brasil Ltda, Brasil) y su Masa Corporal Total (MCT o TBM) con una balanza digital modelo 876 (Seca, Alemania). La temperatura y la humedad relativa se midieron con un termohigrómetro digital (Incoterm, modelo TTH100, Brasil) al inicio de cada etapa de marcha.

## 2.6 Análisis

Las variables de los resultados fueron la frecuencia cardíaca media durante la marcha de 12 km, excluyendo los períodos de descanso (FC media); la variación de la frecuencia cardíaca (Var FC), calculada restando el valor máximo alcanzado y el valor de reposo; la variación de lactato (Var Lac = valor después de la marcha - valor antes de la marcha); y la media de todos los valores registrados de PSE a lo largo de los 12 km (PSE media).

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad del conjunto de datos. Para la estadística descriptiva se utilizó la mediana [1er cuartil; 3er cuartil], porque la mayoría de los datos tiene una distribución no paramétrica. La comparación estadística de los grupos se realizó utilizando muestras independientes de la prueba T de Studen para FC Media, Edad, masa corporal total (MCT), altura y peso total de transporte de carga (datos paramétricos), y la prueba U de Mann-Whitney para Var FC, Var Lac y PSE Media (datos no paramétricos). Los datos categóricos de las puntuaciones de TAF se presentaron en frecuencia absoluta y relativa, y los dos grupos se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrado.

La correlación entre la carga (% de la masa corporal total) y las variables de resultado se evaluó mediante la prueba de Pearson (r) para la FC Media y la prueba de Spearman (rho) para la Var FC, Var Lac y la PSE Media. El coeficiente de correlación (r/rho) se clasificó como: muy fuerte para valores de  $r \geq 0,90$ ; fuerte para r entre 0,6 (incluso) y 0,9; regular para r entre 0,3 (incluso) y 0,6; y débil entre 0 y 0,3 (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

La significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ , y los análisis se realizaron con el *software* SPSS (versión 27.0).

## 3 RESULTADO

Los datos de caracterización de la muestra se encuentran en la Tabla 1. Los grupos no fueron diferentes en cuanto a la edad, la masa corporal total, la altura ni en los puntajes de TAF. Se diferenciaron únicamente en las condiciones establecidas para el propósito de este estudio, el peso total del transporte de carga: EP + Fusil = 24,7 [24,4; 24,8] kg y EP + Ametralladora = 30,7 [30,7-30,8] ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 1 – Caracterización de la muestra**

	Total	EP + fusil	EP + ametralladora	p valor
<b>Edad (años)</b>	26,,50 (25,00 - 28,00)	27,00 (25,00 – 28,00)	26,00 (25,00 – 29,00)	1,00 <sup>a</sup>
<b>MCT (kg)</b>	79,72 (73,96 - 85,88)	79,05 (74,15 – 85,85)	80,00 (69,55 – 86,00)	0,96 <sup>a</sup>
<b>Altura (m)</b>	1,77(1,71 - 1,82)	1,79 (1,70 – 1,87)	1,77 (1,71 – 1,81)	0,70 <sup>a</sup>
<b>TAF (%)</b>	E - 46,7% MB - 20,0% B - 33,3%	E - 53,3% MB - 20,0% B - 26,7%	E - 40,0% MB - 20,0% B - 40,0%	0,71 <sup>b</sup>

Fuente: los autores.

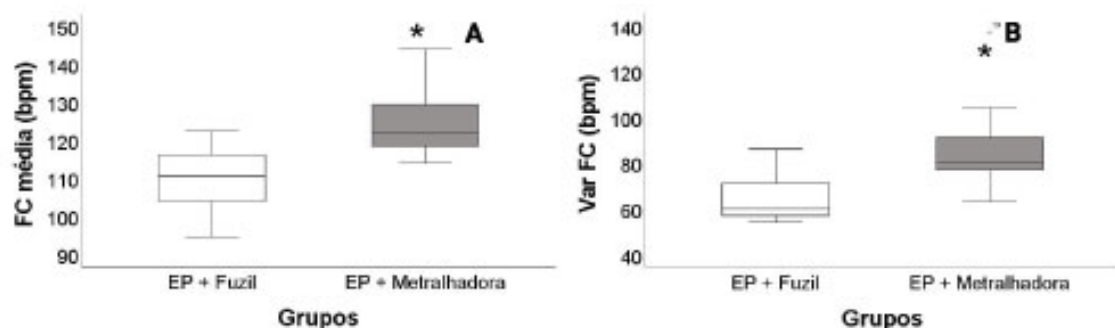
Subtitular: EP = Equipo personal, MCT = Massa Corporal Total, TAF = Puntaje de Prueba de Aptitud Física del Ejército, sigla en portugués, E = Excelente, MB = Muy Bueno, B = Bueno. <sup>a</sup>p valor para la prueba T de Student; <sup>b</sup>p valor para la prueba Chi-cuadrado.

Se utilizaron los datos de FC Media y Var FC solamente de 26 de los 30 participantes, debido a la pérdida de datos por problemas operativos con los frecuencímetros.

Considerando la muestra como un todo, se obtuvieron los siguientes resultados: FC Media = 117,19 (110,24 - 123,91) lpm; Var FC = 75,00 (59,75 - 81,25) lpm; Var Lac = -0,35 (-0,83 - 0,30) mmol/L; PSE Media = 2,38 (2,03 - 3,21). Las comparaciones entre los grupos revelaron que el grupo EP + Ametralladora mostró una FC media y una Var FC (Gráfico 1) más altas en comparación con el grupo EP + Fusil. No se encontró diferencia para Var Lac, con valores de EP + fusil = -0,40 [-0,80; 0,60] mmol/L y EP + Ametralladora: -0,30 [-0,90; 0,10] mmol/l (p = 0,983); y para PSE Media, con valores de 2,25 [2,00; 2.88] y 2.83 [2.33; 3,83], respectivamente (p = 0,065).

**Gráfico 1 - Diagrama de caja con mediana, cuartiles (1er y 3er) y valores mínimos y máximos de FC Media (Frecuencia cardíaca media) y Var FC (variación de la frecuencia cardíaca)**

FC Media e Variación de la FC en los grupos estudiados



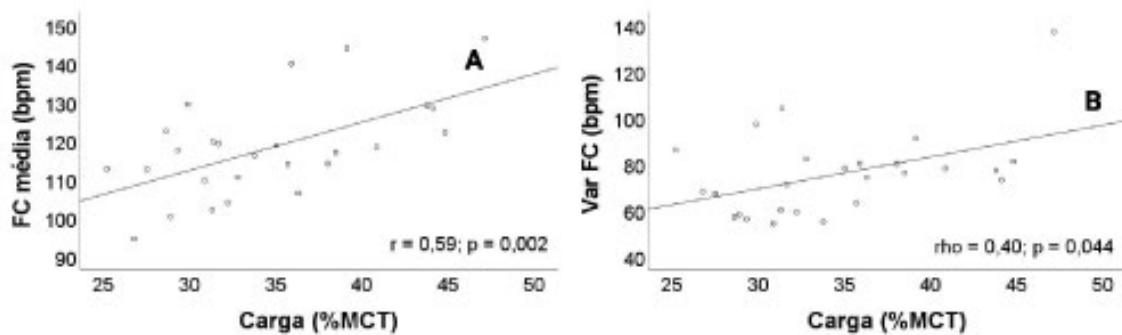
Fuente: los autores.

Subtitular: A) FC media (frecuencia cardíaca media) y B Var FC (variación de la frecuencia cardíaca) para los grupos EP + Fusil (equipo personal + Fusil) y EP + Ametralladora (equipo personal + Ametralladora). \* p < 0.05.

Con excepción de Var Lac ( $\rho = 0,15$ ), todas las variables mostraron correlaciones positivas, regulares y significativas con la carga (% de la masa corporal total) (Gráficos 2, 3)

Gráfico 2 – Gráfico de dispersión para carga %MCT (% de la masa corporal total), FC media (frecuencia cardíaca media) y Var FC (variación de la frecuencia cardíaca)

Correlación entre carga (% de la masa corporal total) y variables de FC



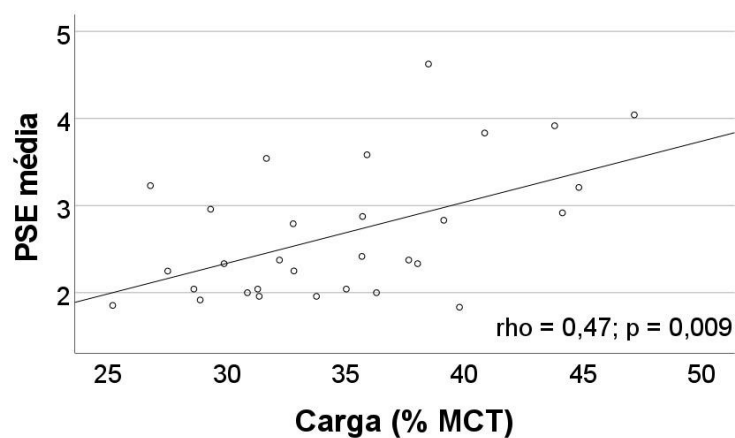
Fuente: los autores

Subtitular: A) FC MEDIA (frecuencia cardíaca media) y B) Var FC (variación de la frecuencia cardíaca).

$r$  = coeficiente de correlación de Pearson;  $\rho$  = coeficiente de correlación de Spearman.

Gráfico 3 – Gráfico de dispersión para carga %MCT (% de masa corporal total) y PSE media (percepción subjetiva del esfuerzo media)

Correlación entre carga e percepción subjetiva del esfuerzo



Fuente: los autores.

Subtitular:  $\rho$  = Coeficiente de Correlación de Spearman; PSE = percepción subjetiva del esfuerzo; MCT = masa corporal total.

#### 4 DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo comparar las respuestas fisiológicas en una marcha cargada de 12 km entre dos grupos de participantes: uno con EP más una ametralladora y el otro con EP más un fusil. Además, investigamos si existe una correlación entre el peso del transporte de carga, en porcentaje de la masa corporal total (%MCT o % TBM, de total body mass) y las respuestas fisiológicas. Los resultados del estudio muestran que llevar el armamento más pesado resultó en un mayor estrés cardiovascular, y los participantes mostraron valores más altos para la FC media y la Var FC. Con excepción de la Var Lac, todas las variables mostraron una correlación positiva, regular y significativa con el peso del transporte de carga, en porcentaje de la masa corporal total.

Las mayores demandas cardiovasculares presentadas por el grupo que llevó la mayor carga pueden explicarse por el hecho de que la actividad física aumenta los requerimientos energéticos del organismo, provocando diversas respuestas fisiológicas encaminadas a satisfacer la mayor demanda metabólica (BRUM *et al.*, 2004). Las actividades cíclicas como la marcha provocan un aumento de la actividad del sistema nervioso simpático (FORJAZ; TINUCCI, 2000), y, como consecuencia, de la frecuencia cardíaca (FC), el volumen sistólico (VS) y el salida cardíaca (SC) (FORJAZ *et al.*, 1998). Según Forjaz y Tinucci (2000), cuanto mayor es la intensidad del ejercicio, mayores son las respuestas fisiológicas, pero estas respuestas no cambian durante los ejercicios realizados a una intensidad por debajo del umbral anaeróbico. Así, tomar el peso adicional de la ametralladora y moverse con el requiere mayor SC, lo que puede lograrse a través de mayores FC y VS (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2014), explicando los valores significativamente mayores mostrados por el grupo EP + ametralladora.

Estos resultados son compatibles con los de Quesada *et al.* (2000), quienes identificaron que cada aumento del 15% en el peso de la carga resultó en un aumento del costo metabólico de alrededor del 5% al 6% al realizar una caminata de 40 minutos en cinta rodante; sin embargo, los resultados difieren de los de Fagundes *et al.* (2017), que no encontraron diferencia significativa en las pruebas de esfuerzo submáximo realizadas en una cinta rodante con cargas que oscilaban entre el 0 y el 15 % de la masa corporal. Phillips *et al.* (2016) no encontraron diferencia significativa en la FC media entre los grupos sin carga y con una carga de 25 kg en pruebas incrementales en la cinta rodante.

Grenier *et al.* (2012) encontraron una variación de 81 lpm en una marcha de 4 horas con una carga de 43 kg para una misión militar simulada, muy similar a nuestros resultados para el grupo EP + ametralladora, que mostró una variación mediana de alrededor de 80 lpm.

A diferencia de nuestros resultados medios de FC y Var FC, los datos de lactato indican que las diferencias en el peso transportado no alteran significativamente los niveles de lactato en la sangre, de acuerdo con los hallazgos de Faghy, Blacker y Brown (2016), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en los niveles de lactato. La causa probable de este resultado es que ambos grupos realizaron una actividad aeróbica de larga duración, lo que conduce a un predominio del sistema oxidativo, resultando en una pequeña concentración de lactato producido por el músculo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2014). El aumento de la concentración de lactato en la sangre está relacionado con una mayor producción de lactato en los músculos, lo que a su vez está directamente relacionado con el uso del sistema anaeróbico

láctico para generar suficiente energía para la actividad física (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2014). El sistema anaeróbico láctico es utilizado principalmente por el cuerpo en actividades físicas más intensas, que requieren una gran cantidad de energía en un corto período de tiempo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2014). La marcha, para personas en buen estado físico, no tiene las características de estas actividades intensas y, por lo tanto, el sistema energético mayormente utilizado por los participantes del estudio fue el sistema aeróbico. Además, debido a que requiere mayor GC, hay un aumento en el flujo sanguíneo, lo que lleva a una eliminación más rápida de lactato de los músculos y su transporte al hígado para convertirse en glucosa. Así, es comprensible que no haya habido cambios importantes en los niveles de lactato.

Los datos de percepción subjetiva del esfuerzo, a su vez, no mostraron diferencia significativa entre los grupos fusil y ametralladora (0,065). Sin embargo, al considerar la carga relativa (un porcentaje de la masa corporal total del individuo), se pudo notar una correlación positiva significativa entre los valores de carga y de PSE. Estos resultados están de acuerdo con los de Quesada *et al.* (2000), quienes encontraron un aumento significativo del PSE para cargas iguales al 30% de la masa corporal (MC) en relación con cargas el 0%-MC y 15%-MC, indicando posiblemente que la PSE aumenta para cargas mayores que el 30% de la masa corporal.

Una particularidad de las operaciones militares reales es que, con respecto al transporte de carga, todos los individuos llevan valores de peso absolutos similares, independientemente de su masa corporal. Esto puede hacer que las personas más pequeñas gasten más energía, lo que posiblemente genere más fatiga y un mayor riesgo de lesiones. Para resolver esta posibilidad, se realizó un análisis de correlación para evaluar la correlación entre las respuestas fisiológicas y el peso de la carga transportada en porcentaje de la masa corporal total. Tres de las cuatro variables analizadas mostraron una correlación positiva y significativa con la carga (% de la masa corporal total), lo que confirma que un mayor porcentaje de carga de MC genera una mayor respuesta fisiológica.

Una de las limitaciones del estudio es que las respuestas fisiológicas se midieron mediante técnicas más sencillas en comparación con la medición directa del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) mediante análisis de intercambios gaseosos, lo que permitiría estimar el gasto energético para una determinada actividad física (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2014). Este conocimiento, sin embargo, no sería aplicable a situaciones de combate, con personal militar transportando su equipo en una marcha a pie. Con este fin, la medición de la frecuencia cardíaca es una herramienta usada frecuentemente para estimar el nivel de intensidad de una actividad física. Otra limitación fue analizar la carga transportada como porcentaje de MCT (TBM) y no de masa corporal magra. El uso de este último en el análisis permitiría distinguir entre individuos con el mismo valor de masa corporal pero diferentes composiciones corporales. El porcentaje de grasa corporal y las evaluaciones de masa corporal magra deben agregarse en estudios futuros. Esto hará posible el análisis de la carga como porcentaje de la masa corporal magra o incluso específicamente de la masa muscular, lo que presentará mejores datos sobre la calidad y función muscular. Cabe señalar, sin embargo, que los valores de masa corporal magra de las tropas difícilmente estarían disponibles y, por otro lado, la medición de la MCT (TBM) es fácil de realizar, lo que hace que el enfoque de este estudio sea más realista y aplicable a grandes contingentes militares. Además, solo el armamento varió en peso, pero se sabe que la munición de ametralladora es más pesada, lo que aumenta el peso de la mochila y afecta aún más los resultados.

Uno de los puntos fuertes del estudio fue la realización de la marcha fuera del ambiente laboratorial, con un recorrido accidentado y condiciones climáticas externas, mejorando así la validez externa del estudio. Otro destaque fue el uso de equipos ofrecidos por la cadena de suministro del Ejército Brasileño, lo que permitió reproducir las mismas condiciones de transporte de carga que las tropas brasileñas enfrentan en las operaciones militares reales, especialmente en lo que respecta a la distribución del peso, al equilibrio y a la comodidad. La única excepción fueron las botas utilizadas, que pertenecían a cada participante, con el fin de garantizar una mayor comodidad y evitar posibles lesiones en los pies.

También vale la pena mencionar que este estudio tuvo como objetivo analizar las respuestas fisiológicas en condiciones las más cercanas posibles a las de las operaciones reales: la carga no solo se llevaba en la mochila sino que también se distribuía entre el casco, el armamento, el cinturón y los tirantes. Finalmente, la distancia de marcha fue mayor que en la mayoría de los estudios (BEEKLEY *et al.*, 2007; QUESADA *et al.*, 2000), con el fin de observar el comportamiento de las variables en un período de tiempo más largo.

## 5 CONCLUSIÓN

Realizar el transporte de carga de larga distancia con una ametralladora provocó un mayor esfuerzo cardiovascular que el transporte de carga con un fusil. Además, llevar cargas más pesadas (%MCT) se correlaciona con mayores respuestas cardiovasculares y mayores valores de PSE. El personal militar que suele llevar una ametralladora durante la marcha operativa debe prestar más atención a mejorar su entrenamiento aeróbico que los que suelen llevar un fusil. Otra implicación práctica de este hecho es que los comandantes deben seleccionar soldados con mejor acondicionamiento aeróbico para portar ametralladoras, ya que esta arma exige un mayor esfuerzo del sistema cardiovascular.

## AGRADECIMIENTO

Los autores reconocen a CADESM/DECEX (Coordinación de Evaluación y Desarrollo de la Educación Superior Militar / Departamento de Educación y Cultura del Ejército), que apoyó parcialmente este trabajo, bajo la Beca “PRÓ-PESQUISA 2019”

## AUTORÍA Y CONTRIBUCIONES

- Autor 1 - escritura (borrador original, revisión y edición)
- Autor 2 – conceptualización, metodología y escritura (revisión)
- Autor 3 - redacción (borrador original y revisión)
- Autor 4 - conceptualización, metodología y escritura (revisión)
- Autor 5 - escritura (revisión)
- Autor 6 - escritura (revisión)
- Autor 7 - conceptualización, metodología y escritura (revisión y edición)

## REFERENCIA

- BEEKLEY, M. D. *et al.* Effects of heavy load carriage during constant-speed, simulated, road marching. **Military Medicine**, Oxford, v. 172, n. 6, p. 592-595, June 2007.
- BIRRELL, S. A.; HOOPER, R. H.; HASLAM, R. A. The effect of military load carriage on ground reaction forces. **Gait Posture**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 611-614, Oct. 2007.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. [Champaign, IL]: Human Kinetics 1998.
- BORGHOLS, E. A.; DRESEN, M. H.; HOLLANDER, A. P. Influence of heavy weight carrying on the cardiorespiratory system during exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v. 38, n. 3, p. 161-169, Apr 1978.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Manual de campanha marchas a pé**. 3 ed. Brasília, DF: Exército, 2019. EB70-MC-10.304. Disponible en: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/3470/3/EB70MC10304-Final.pdf>. Acceso en: 13 Feb. 2022.
- BRUM, P. C. *et al.* Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 21-31, ago. 2004. Disponible en: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2009/09/arquivo-adaptacoes-musculares-ao-exercicio-fisico.pdf>. Acceso en: 13 Feb. 2022.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- FAGHY, M.; BLACKER, S.; BROWN, P. I. Effects of load mass carried in a backpack upon respiratory muscle fatigue. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 16, n. 8, p. 1032-1038, Nov 2016.
- FAGUNDES, A. O. *et al.* Effects of load carriage on physiological determinants in adventure racers. **PLoS One**, San Francisco, v. 12, n. 12, e0189516, 2017. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0189516>. Acceso en: 13 Feb. 2022.
- FORJAZ, C. L.; TINUCCI, T. A medida da pressão arterial no exercício. **Revista Brasileira de Hipertensão**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 79-87, jan./mar. 2000.
- FORJAZ, C. L. *et al.* Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 31, n. 10, p. 1247-1255, 1998.



GILES, G. E. Load carriage and physical exertion influence cognitive control in military scenarios. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 51, n. 12, p. 2540-2546, Dec 2019.

GRENIER, J. G. *et al.* Effects of extreme-duration heavy load carriage on neuromuscular function and locomotion: a military-based study. **PLoS One**, San Francisco, v. 7, n. 8, e43586, 2012.

HOLEWIJN, M. Physiological strain due to load carrying. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 61, n. 3-4, p. 237-245, 1990.

JOVANOVIĆ, D. *et al.* Physiological tolerance to uncompensated heat stress in soldiers: effects of various types of body cooling systems. **Vojnosanit Pregl**, Belgrade, v. 71, n. 3, p. 259-264, Mar. 2014.

KNAPIK, J. *et al.* **Frequency of loaded road march training and performance on a loaded road march**. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine, 1990. (Technical report, n. T13/90).

KNAPIK, J.J.; REYNOLDS, K.L.; HARMAN, E. Soldier load carriage: historical, physiological biomechanical, and medical aspects. **Military Medicine**, Oxford, v.169, n.1, p.45-56, Jan. 2004.

KRAEMER, W. J. *et al.* **The effects of various physical training programs on short duration, high intensity load bearing performance and the Army Physical Fitness Test**. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine, 1987. (Technical report, n. 30/87). Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA185473>. Acesso em: 13 Fev. 2022.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. 8th ed. [Riverwoods, IL]: Wolters Kluwer Health, 2014.

MCCORMICK, A.; MEIJEN, C.; MARCORA, S. Psychological determinants of whole-body endurance performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 7, p. 997-1015, July 2015.

ORR, R. **The Australian Army load carriage context: a challenge for defence capability**. Brisbane, Australia: Faculty of Health Sciences & Medicine Publications, Oct 2012. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.878.697&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 Jan. 2022.

PAL, M. S. *et al.* Optimum load for carriage by soldiers at two walking speeds on level ground. **International Journal of Industrial Ergonomics**, [s. l.], v. 39, p. 68-72, 2009.

PHILLIPS, D. B. *et al.* The effects of heavy load carriage on physiological responses to graded exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 116, n. 2, p. 275-280, Feb 2016.

PIHLAINEN, K. *et al.* Cardiorespiratory responses induced by various military field tasks. **Military Medicine**, Oxford, v. 179, n. 2, p. 218-224, Feb 2014.

QUESADA, P. M. *et al.* Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. **Ergonomics**, London, v. 43, n. 3, p. 293-309, Mar 2000.

STUEMPFLE, K. J.; DRURY, D. G.; WILSON, A. L. Effect of load position on physiological and perceptual responses during load carriage with an internal frame backpack. **Ergonomics**, London, v. 47, n. 7, p. 784-789, June 2004.

SWAIN, D. P. *et al.* Effect of training with and without a load on military fitness tests and marksmanship. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 1857-1865, July 2011.

VOLOSHINA, A. S. *et al.* Biomechanics and energetics of walking on uneven terrain. *The Journal of Experimental Biology*, v. 216, pt. 21, p. 3963-3970, Nov 2013.

# Calidad del sueño, grado de somnolencia y su relación con indicadores de obesidad en pilotos militares brasileños

*Sleep quality, sleepiness level and their connection with obesity indicators in Brazilian military pilots*

**Resumen:** Este artículo tuvo como objetivo evaluar la calidad del sueño y el grado de somnolencia y su relación con indicadores de obesidad en pilotos militares brasileños. Los 40 participantes varones respondieron a un cuestionario validado para evaluar la calidad del sueño y somnolencia diurna, y a una anamnesis. Se obtuvieron mediciones de masa corporal, altura, perímetros (cintura y cadera) y composición corporal. Se calcularon la relación cintura/altura (RCA), la razón cintura/cadera (RCC) y el índice de masa corporal (IMC). El tejido adiposo visceral se midió mediante imágenes de resonancia magnética. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Stata 14.0 ( $p < 0,05$ ). El 47,5% de los pilotos tenían mala calidad del sueño, el 25% dormían menos de seis horas diarias, y se observaron correlaciones positivas de baja magnitud de mala calidad del sueño con RCA ( $r = 0,3364$ ;  $p = 0,0338$ ) y porcentaje de grasa ( $r = 0,3451$ ;  $p = 0,0292$ ). Se concluyó que cerca de la mitad de la muestra tenía mala calidad del sueño, pero casi todos los individuos presentaban un grado normal de somnolencia diurna.

**Palabras clave:** salud; trastorno del sueño; antropometría; aviadores; Fuerzas Armadas.

**Abstract:** This study aimed to evaluate sleep quality and sleepiness level and their relationship with obesity indicators in Brazilian military pilots. Forty pilots answered validated questionnaires to assess sleep quality and daytime sleepiness and anamnesis. Body mass, height, waist and hip circumferences, and body composition were measured, and waist-to-height ratio (WHTR), waist/hip ratio (WHR), and body mass index (BMI) were calculated. Visceral adipose tissue was measured by magnetic resonance imaging. Data analysis was performed using the Stata 14.0 program considering  $p < 0.05$ . We observed 47.5% of the pilots with poor sleep quality 25% sleeping less than 6 hours a day and low magnitude positive correlations of poor sleep quality with WHTR ( $r = 0.3364$ ;  $p = 0.0338$ ) and body fat percentage ( $r = 0.3451$ ;  $p = 0.0292$ ). It was concluded that approximately half of the sample has poor sleep quality, but almost all of them had a normal daytime sleepiness level.

**Keywords:** health; sleep disorder; anthropometry; aviators; Armed Forces

**Fabrizia Geralda Ferreira** 

Força Aérea Brasileira. Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. fafege@yahoo.com.br

**Leonice Aparecida Doimo** 

Força Aérea Brasileira. Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ladoimo@gmail.com

**Guillermo Brito Portugal** 

Marinha do Brasil. Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. guillermo.portugalmb@yahoo.com.br

**José Pedro Rodrigues Ravani** 

Força Aérea Brasileira. Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. josepedrorr@yahoo.com.br

**Fábio Angioluci Diniz Campos** 

Força Aérea Brasileira. Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. fabiocampos06@gmail.com

**Recibido:** 30 oct. 2022.

**Aprobado:** 16 feb. 2023.

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

El sueño se define como un estado diferente del nivel de conciencia que se caracteriza por la suspensión de la actividad motora y una disminución de la respuesta a los estímulos (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2014). Se trata de un conjunto de cambios conductuales y fisiológicos en sincronía que están integrados por dos mecanismos responsables de la regulación del ciclo sueño-vigilia: el promotor del sueño (impulso homeostático) y el ritmo circadiano, que promueve el despertar (NEVES; MACEDO; GOMES, 2017).

El sueño tiene funciones de reparación y protección, por lo que cambios en su cantidad o calidad pueden interferir negativamente en el funcionamiento orgánico, con consecuencias a corto o largo plazos en diversos aspectos de la vida humana desde social, somático, psicológico, cognitivo hasta metabólico (CHATTU *et al.*, 2018).

Aunque la cantidad de horas de sueño varía de persona a persona, un promedio entre siete y nueve horas de sueño por noche se considera satisfactorio (HIRSHKOWITZ *et al.*, 2015). No obstante, tanto las personas que duermen poco (menos de siete horas por noche) como las que duermen mucho (más de nueve horas por noche) están expuestas a un mayor riesgo de enfermedad y mortalidad (GALLICCHIO; KALESAN, 2009).

Entre los mayores impactos en la salud influenciados por inadecuadas horas de sueño, se destaca el aumento de la masa corporal, en especial del componente graso. Los metaanálisis realizados con estudios prospectivos revelan que el sueño breve se asocia con un mayor índice de masa corporal (IMC) y con el riesgo de desarrollar obesidad (ITANI *et al.*, 2017; WU; ZHAI; ZHANG, 2014).

Aún no están aclarados los mecanismos que están involucrados en la relación entre el sueño y la obesidad, así como el significado de esta asociación. Pero los cambios en el ritmo circadiano del organismo influyen en el apetito, en la saciedad y, por tanto, en el consumo de alimentos, lo que favorece el aumento de peso y la obesidad. Las interferencias en el reloj biológico impactan en la duración y la calidad del sueño, con consecuencias negativas para el control de la ingesta de alimentos, ya que modifican la liberación de hormonas vinculadas a la homeostasis de la composición corporal (CRISPIM *et al.*, 2007) y el sueño (PEYRON *et al.*, 1998).

La literatura ya demostró la estrecha relación entre el tiempo de sueño breve y el aumento del IMC en diferentes poblaciones (SEKINE *et al.*, 2002); en este sentido, los militares no son inmunes a los daños causados por esta relación. Este hecho también fue corroborado por un estudio realizado con 27.034 militares en servicio activo, que pretendió evaluar la relación entre las características demográficas, los comportamientos de salud autopercebidos y las condiciones médicas reportadas, y que encontró que, de los 17 comportamientos de salud evaluados, el menor tiempo de sueño fue la práctica que más se asoció con el sobrepeso/obesidad (HRUBY; LIEBERMAN; SMITH, 2018).

La actividad profesional de los militares, incluida la de los pilotos independientemente del tipo de aeronave, puede verse comprometida cuando no hay un adecuado descanso. Esta es una actividad que requiere concentración, control emocional, capacidad de trabajar

bajo presión, capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios operativos, razonamiento y orientación espacial rápidos, entre otros (PALMEIRA, 2016). De esta manera, la ausencia de sueño reparador puede comprometer las condiciones de seguridad del vuelo, cuya falla profesional puede provocar daños irreparables.

El sueño inadecuado también puede provocar somnolencia excesiva, que se define como una mayor propensión al sueño con una compulsión subjetiva para dormir y quedarse dormido involuntariamente (BITTENCOURT *et al.*, 2005). En esta condición, el piloto tiende a ser menos cuidadoso y más propenso a no identificar situaciones de emergencia de manera oportuna, además de no poder dar una respuesta de manera eficiente y rápida a situaciones adversas (LYZNICKI, 1998).

Además, dormir poco puede llevar a un peor rendimiento físico, evidenciado por una disminución de la fuerza muscular (HALSON, 2014), y a una mayor probabilidad de enfrentar barreras para adoptar una dieta saludable y conductas adecuadas de ejercicio físico (BARON *et al.*, 2017).

En el contexto laboral, la calidad del sueño es fundamental para mantener la productividad. Para los pilotos, realizar tareas cuando tienen sueño puede llevarlos a errores o accidentes, ya que muchas veces están sujetos a cargas gravitatorias en el eje z (carga Gz) que promueven el agotamiento físico y mental, incluida la fatiga de vuelo (CUNHA, 2007). Esta condición puede agravarse en pilotos que tienen una mala calidad del sueño, especialmente si está asociada con sobrepeso u obesidad.

Por lo tanto, verificar las relaciones entre la calidad del sueño, el grado de somnolencia y los indicadores de obesidad en pilotos militares es importante para la elaboración de futuros protocolos de atención dirigidos a estos profesionales, con el objetivo de promover la salud física y mental para garantizar la seguridad del vuelo.

Dado lo anterior, este artículo tuvo como objetivo evaluar la calidad del sueño, el grado de somnolencia y su relación con los indicadores de obesidad en pilotos militares brasileños.

## 2 METODOLOGÍA

Se trata de un estudio observacional transversal, con muestra obtenida por conveniencia, que evaluó los hábitos de sueño de 40 pilotos activos de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB). Los militares eran del sexo masculino y trabajaban en bases aéreas en Río de Janeiro (Brasil), en el año 2021.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos (CAAE: 53174321.7.0000.5256, OPINIÓN: 5.202.697), con la participación obtenida por el consentimiento informado.

### 2.1 Instrumentos y Medidas

Se aplicaron en línea, vía Google Forms, en abril de 2021 el cuestionario de Pittsburgh (Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh -PSQI), la Escala de Somnolencia de Epworth y una anamnesis para caracterizar la muestra. Luego, se realizaron una evaluación antropométrica y de composición corporal, incluida la evaluación de la adiposidad visceral.

### 2.1.1 Índice de calidad del sueño de Pittsburgh (PSQI)

El PSQI (BUYSSE *et al.*, 1989) es un cuestionario autoadministrado ya validado en Brasil (alfa de Cronbach: 0,82; BERTOLAZI *et al.*, 2011). El instrumento evalúa la calidad subjetiva del sueño durante el último mes con base en siete componentes: calidad subjetiva del sueño; latencia del sueño; duración del sueño; eficiencia del sueño; alteraciones del sueño; uso de medicación para dormir y disfunción diurna. Su puntuación va de cero a 21, y cada componente se puntúa de cero a tres puntos. De la suma total de los puntos del cuestionario, los valores de hasta cinco puntos indican buena calidad del sueño; de seis a diez, mala calidad; y valores superiores a diez señalan un posible trastorno del sueño.

### 2.1.2 Escala de somnolencia de Epworth

La escala de somnolencia de *Epworth* (JOHNS, 1991), validada en Brasil (alfa de Cronbach de 0,83; BERTOLAZI *et al.*, 2009), evalúa la somnolencia por medio de ocho preguntas que verifican la propensión de que el encuestado se quedara dormido en diferentes situaciones cotidianas, ya sean activas o pasivas. El encuestado indica la posibilidad de quedarse dormido en cada una de las situaciones presentadas, con puntajes de cero, uno, dos o tres, respectivamente, en las frecuencias: (i) sin posibilidad de dormirse; (ii) escasa posibilidad de dormirse; (iii) moderada posibilidad de dormirse; y (iv) elevada posibilidad de dormirse. La puntuación global oscila entre cero y 24 puntos. Los valores menores o iguales a diez indican somnolencia normal; aquellos entre 11 y 15 señalan somnolencia diurna excesiva; y los valores mayores o iguales a 16 indican somnolencia diurna excesiva severa.

### 2.1.3 Evaluación antropométrica

Tras responder los cuestionarios, los militares pasaron por una evaluación antropométrica, que consistió en la medición de la masa corporal utilizando el dispositivo de Bioimpedancia InBody®, modelo 230 (Biospace Corp. Ltd., Seúl, Corea del Sur), la altura con una cinta métrica montada en la pared y los perímetros de la cintura y cadera.

#### 2.1.3.1 Índice de masa corporal

El IMC se calculó utilizando la masa corporal en kilogramos (Kg) dividida por la altura en metros (m) al cuadrado.

#### 2.1.3.2 Razón cintura/altura (RCA) y razón cintura/cadera (RCC)

Los perímetros fueron medidos por un solo evaluador, mediante el uso de cinta métrica metálica flexible e inelástica de la marca Sanny® (American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil), con una longitud de dos metros y una precisión de 0,1 centímetro (cm) por triplicado, tomando como referencia el promedio de los valores. El punto de medida de la cintura fue el de menor perímetro, entre la última costilla y la cresta ilíaca al final de una espiración normal. El perímetro de la cadera se midió en el nivel máximo de protuberancia de los glúteos. Con la obtención de los valores de cintura, altura y cadera, se calculó la razón cintura/altura (RCA) y la de cintura/cadera (RCC).

### 2.1.4 Composición corporal

El porcentaje de grasa fue la variable considerada en el ítem composición corporal, que se evaluó mediante la bioimpedancia tetrapolar de la marca InBody®, modelo 230 (Biospace Corp. Ltd., Seúl, Corea del Sur). Se evaluaron a los pilotos una sola vez, sin que estes porten objetos metálicos, beban alcohol o cafeína y realicen actividad física intensa en las 24 horas previas a la prueba. Se solicitó vaciamiento vesical 30 minutos antes de la evaluación.

### 2.1.5 Tejido adiposo visceral

El tejido adiposo visceral (TAV) se midió por resonancia magnética, con imágenes obtenidas de un equipo GE Signa HDxt 1,5T (General Electric Healthcare, Waukesha, Estados Unidos). Se obtuvieron imágenes ponderadas en T1 gradiente (en fase y fuera de fase) en el plano axial para la medición del TAV a nivel umbilical (sin incluir asas intestinales), y estas áreas se definieron con la función *grow region* del programa Osirix, con medición en centímetros cuadrados (PARENTE *et al.*, 2018).

## 2.2 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el Stata, versión 14.0. Los resultados se presentaron en frecuencias (%), medias y desviaciones estándar, y se realizó un análisis descriptivo. La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, con la presencia de desviación en la puntuación del PSQI. La correlación de Pearson evaluó la relación entre los indicadores de obesidad y las puntuaciones del cuestionario de Epworth (grado de somnolencia), mientras que la correlación de Spearman se utilizó para evaluar la misma relación, pero con el puntaje en PSQI (calidad de sueño), ya que esta variable no presentó una distribución normal. La clasificación de las correlaciones tuvo por base el análisis de Margotto (2012), las cuales:  $1$  o  $-1$  = perfecta;  $0,80 < r < 1$  o  $-1 < r < -0,80$  = muy alta;  $0,60 < r < 0,80$  o  $-0,80 < r < -0,60$  = alta;  $0,40 < r < 0,60$  o  $-0,60 < r < -0,40$  = moderada;  $0,20 < r < 0,40$  o  $-0,40 < r < -0,20$  = baja;  $0 < r < 0,20$  o  $-0,20 < r < 0$  = muy baja y  $0$  = nula. Los valores de  $p < 0,05$  fueron significativos.

## 3 RESULTADOS

Las características de la muestra se presentan en la Tabla 1 y destacan que en promedio son jóvenes; además, la mayoría de los participantes pertenecen a la aviación de transporte y tienen latencia de sueño prolongada.

En cuanto a las características del sueño, el 47,5% de los pilotos presentó una mala calidad del sueño, que se distribuye entre mala calidad del sueño en mayor porcentaje, seguido de posible alteración del sueño en menor proporción. Más de un tercio de los militares había presentado una eficiencia del sueño reducida. Aunque un 25% de ellos duermen menos de seis horas al día, la mayor parte de la muestra presentó un grado normal de somnolencia diurna (Tabla 2).

La Tabla 3 presenta los resultados de las correlaciones. Hubo una correlación positiva de baja magnitud entre mala calidad del sueño y RCA, y entre mala calidad del sueño y porcentaje de grasa corporal (ambas  $p < 0,05$ ). En las demás variables no se observaron relaciones significativas en las correlaciones.

Tabla 1– Características de los pilotos evaluados de la Fuerza Aérea Brasileña

Variable	N	%	Promedio	DE
<b>Edad (años)</b>	-	-	29,33	3,52
<b>Estado civil</b>				
Soltero	15	37,50%	-	-
Casado/pareja	25	62,50%		
<b>Aeronaves (especialidad)</b>				
Alas giratorias	10	25,00%	-	-
Transporte	22	55,00%		
Inspección en vuelo	8	20,00%		
<b>IMC</b>	-	-	25,64	2,11
<b>Perímetro de la cintura (cm)</b>	-	-	83,95	6,12
<b>Razón cintura/altura</b>	-	-	0,48	0,04
<b>Razón cintura/cadera</b>	-	-	0,84	0,05
<b>Grasa Corporal (%)</b>	-	-	20,90	6,15
<b>Adiposidad Visceral (cm<sup>2</sup>)</b>	-	-	60,13	45,15
<b>Latencia del sueño (min)</b>			25,04	22,54

Nota: IMC= Índice de Masa Corporal. Fuente: elaborado por los autores, 2022

Tabla 2 – Características de los pilotos evaluados de la Fuerza Aérea Brasileña

Variable	N	%
<b>Calidad de sueño</b>		
Buena	21	52,50
Mala	17	42,50
Posible trastorno del sueño	2	5,00
<b>Eficiencia del sueño</b>		
Buena	26	65,00
Reducida	14	35,00
<b>Somnolencia diurna</b>		
Normal	33	82,50
Somnolencia excesiva	06	15,00
Somnolencia severa	01	2,50
<b>Horas de sueño</b>		
> 7 horas	12	30,00
Entre > 6 y ≤ 7 horas	18	45,00
Entre > 5 y ≤ 6 horas	08	20,00
≤ 5 horas	02	05,00
<b>Latencia del sueño (min)</b>		
≤ 15 min	09	22,50
16 a 30 min	17	42,50
31 a 60 min	11	27,50
> 60 min	03	07,50

Fuente: elaborado por los autores, 2022



Tabla 3 – Correlación entre variables antropométricas y de composición corporal con la calidad del sueño y el grado de somnolencia.

Variable	Calidad del sueño (Puntuación PSQI)		Grado de somnolencia (Puntuación de Epworth)	
	r	p	r	p
IMC	0,2616	0,1030	0,0881	0,5888
PC	0,2803	0,0758	0,1156	0,4774
RCA	0,3364	<b>0,0338*</b>	0,0688	0,6732
RCC	0,2282	0,1568	0,1720	0,2886
% grasa	0,3451	<b>0,0292*</b>	0,0558	0,7323
TAV	0,3053	0,0554	0,1525	0,3476

Nota: PSQI = Índice de calidad del sueño de Pittsburgh; IMC = índice de masa corporal.

PC = Perímetro de Cintura; RCA = Razón Cintura/Altura; RCC = Razón Cintura/Cadera;

% de grasa = porcentaje de grasa; TAV = tejido adiposo visceral.

\* Spearman  $p < 0,05$ .

Fuente: elaborado por los autores, 2022

#### 4 DISCUSIÓN

Este artículo tuvo como objetivo evaluar la calidad del sueño, los grados de somnolencia y su relación con los indicadores de obesidad en pilotos militares brasileños, ya que el estudio de esta relación puede ayudar en la elaboración de protocolos de atención más asertivos dirigidos a estos profesionales para así garantizar la estabilidad de la seguridad de vuelo. Se observó que el 42,5% de los pilotos tenían mala calidad del sueño, el 82,5% somnolencia diurna normal y una correlación positiva de baja magnitud entre mala calidad del sueño y RCA, y entre mala calidad del sueño y el porcentaje de grasa corporal.

La prevalencia de mala calidad del sueño encontrada en este análisis es similar a lo descrito por Morais (2019) quien evaluó, de forma probabilística, a 129 bomberos militares del Sur de Brasil. Sin embargo, ese estudio mostró una alta prevalencia de individuos con posible alteración del sueño (34,9%) en comparación con lo nuestro, en el que solo el 5% de la muestra coincidía con el resultado encontrado por Morais.

Por otro lado, Bernardo *et al.* (2018) en la evaluación a 438 policías militares de Florianópolis encontraron una prevalencia del 79,2% de mala calidad del sueño. También en el Sur de Brasil se realizó un estudio con 22 militares de élite (PINTO *et al.*, 2018) que reveló que el 100% de los militares tenían al menos algún tipo de alteración o queja relacionada con el sueño. Además, el 63,6% de la muestra presentaron mala calidad de sueño. Es importante señalar que en el estudio de Pinto *et al.* (2018) se sometió el personal militar a polisomnografía, a evaluación clínica, además de un cuestionario de evaluación de la calidad del sueño de Pittsburgh y la Escala de Somnolencia de Epworth. A su vez, una investigación realizada con 68 soldados del Ejército Brasileño mostró que el 66,2% de los participantes tenían mala calidad del sueño (IAHNKE; MORAES, 2022).

Una posible explicación de la diferencia encontrada entre los estudios sería el carácter de mayor riesgo inminente enfrentado en el día a día de la profesión por policías militares y bomberos

frente a pilotos y militares del Ejército. Es de destacar que los policías militares, especialmente los de élite, y los bomberos trabajan en situaciones de alto riesgo, con una alta carga de estrés físico y mental, lo que puede afectarles negativamente la calidad del sueño.

En cuanto a la eficiencia del sueño, el 65% de los pilotos la clasifican como buena, es decir, al considerar la razón entre el tiempo que el piloto permanece dormido y el tiempo que permanece en la cama, el valor es superior al 85%, punto de corte para considerar buena eficiencia (BUYSE *et al.*, 1989). Sin embargo, el 35% de los pilotos militares tuvieron una eficiencia de sueño reducida, lo que indica la necesidad de un seguimiento médico más detallado. Estudio realizado con 156 militares activos de la Fuerza Aérea de EE. UU. (PETERSON *et al.*, 2008) quienes estaban apoyando la Operación Libertad Duradera (Enduring Freedom) en el suroeste de Asia mostró que el 40% del personal militar presentaba una eficiencia del sueño reducida (<85%). Si bien no es posible comparar directamente las dos situaciones (militares en una misión real frente a militares que no estaban en operación), ambos estudios presentan el porcentaje de militares con eficiencia de sueño reducida, lo que es preocupante y debe investigarse más a fondo.

La presencia de somnolencia diurna excesiva se observó en el 15% de los pilotos, y la somnolencia severa en el 2,5%. Aunque estas tasas son bajas, no se deben descuidarlas, pues la actividad de pilotaje requiere concentración y toma de decisiones constante, lo que puede poner en peligro la seguridad del vuelo. La somnolencia diurna excesiva contribuye al deterioro de la función cognitiva y a la disminución del estado de alerta (DE PINHO *et al.*, 2006), acciones fundamentales para el perfecto desarrollo de la actividad de vuelo.

Akter *et al.* (2021) al evaluar a 175 militares de la Fuerza Aérea Noruega observaron una prevalencia del 41% de somnolencia diurna excesiva. A su vez, los estudios de Pinto *et al.* (2018) y de Bernardo *et al.* (2018) encontraron la prevalencia de un 22,7% y un 35,8% de individuos con somnolencia diurna excesiva, respectivamente. Cabe destacar que, en el estudio de Pinto *et al.* (2018), la prevalencia de somnolencia diurna excesiva se asoció con síndrome de apnea obstructiva del sueño, con accidentes laborales y con peor calidad de vida. Los resultados de estos estudios revelan la necesidad de realizar más investigaciones sobre la somnolencia diurna en militares, así como de buscar identificar los factores asociados a esta condición para que, a partir de esos datos, se puedan desarrollar estrategias para mitigar esta ocurrencia.

Las recomendaciones sobre el número de horas de sueño de una persona adulta son entre siete y nueve horas (HIRSHKOWITZ *et al.*, 2015). La mayoría de los pilotos informaron que dormían siete horas o menos (70%), y el 25% de ellos no dormía más de seis horas por noche. Otros estudios en la literatura corroboran nuestros resultados, ya que también mostraron que los militares habitualmente duermen menos de lo recomendado (BULMER *et al.*, 2022; HARRIS *et al.*, 2015). Por lo tanto, es necesario ampliar los estudios relacionados con el sueño en población militar para comprender mejor la dinámica de esta profesión y, en consecuencia, optimizar la salud y el desempeño de estos individuos.

Es importante señalar que, a lo largo del ciclo de vida, la necesidad de sueño varía mucho, sin haber un valor estándar ideal de horas de sueño para todos los individuos. Sin embargo, es importante tener horas de sueño adecuadas según las características individuales para que no ocasione, a mediano o largo plazo, daños a la salud de los militares. En este contexto, un estudio realizado en 2011 en Estados Unidos mostró que la breve duración del

sueño estaba estrechamente asociada con problemas médicos, entre ellos el sobrepeso y la obesidad (HRUBY; LIEBERMAN; SMITH, 2018).

La latencia del sueño es el tiempo transcurrido (en minutos) desde que se apagan las luces hasta el comienzo del sueño de una persona (SHRIVASTAVA *et al.*, 2014). Esta medida puede contribuir a la evaluación de la somnolencia y la restricción/privación del sueño, ya que valores inferiores a cinco minutos indican restricción/privación severa del sueño; de cinco a diez minutos, un caso problemático; de diez a 15 minutos un caso liviano; y de 15 a 20 minutos poca o ninguna deuda de sueño (JUNG *et al.*, 2013). En cambio, la incapacidad de dormir en 30 minutos puede significar una latencia prolongada del sueño (KIRSCH *et al.*, 2020). El tiempo medio de latencia del sueño en nuestro estudio fue de  $25,02 \pm 22,54$  minutos, reportando un tiempo de latencia mínimo de cinco y máximo de 120 minutos. Estos datos indican que los militares están en una situación de severa restricción del sueño y con latencia prolongada del sueño. Estudio realizado por Peterson *et al.* mostró una latencia del sueño de  $32,15 \pm 35,20$ , con un 41,7% de los militares con una latencia  $> 30$  minutos (PETERSON *et al.*, 2008). A su vez, Harris *et al.* (2015) reportaron una latencia de  $25,8 \pm 15,85$  minutos. Ambos resultados se acercan a lo presentado en nuestro trabajo, lo que muestra la existencia de una amplia variedad en la latencia del sueño en los militares.

En cuanto a la relación entre las variables del sueño y los indicadores de obesidad, se encontró una correlación positiva de baja magnitud entre RCA y mala calidad del sueño ( $r = 0,3364$ ;  $p = 0,0338$ ) y entre porcentaje de grasa y mala calidad del sueño ( $r = 0,3451$ ;  $p = 0,0292$ ). Sin embargo, debido a que este es un estudio transversal, no se puede inferir causalidad en ello. Una de las posibilidades de no encontrar datos significativos con gran magnitud es el hecho de que la muestra está compuesta por militares jóvenes (edad  $29 \pm 4$  años). Es bien sabido que entre los militares es común la capacidad de adaptarse a situaciones difíciles o a fuentes significativas de estrés (COTIAN *et al.*, 2014), incluido el sueño inadecuado en estas adversidades. Eso proviene probablemente de la cultura entre los militares de privarse del sueño por considerarse una muestra de resistencia física y mental. Además, debido a que son pilotos, especialidad más importante y representativa de la FAB, deben presentar estándares antropométricos y un perfil de composición corporal compatible con su función y con la salud orgánica, aspectos exigidos a todo personal militar. Las investigaciones futuras pueden dilucidar con mayor precisión la relación entre militares, obesidad, calidad del sueño y resiliencia.

A pesar de que estas correlaciones se clasifican como bajas (MARGOTTO, 2012), existe evidencia en la literatura de que los problemas asociados con el sueño favorecen la aparición de morbilidades por cambios en el metabolismo energético, por ejemplo, la obesidad (KERVEZEE; KOSMADOPOULOS; BOIVIN, 2020). En este sentido, Ferreira *et al.* (2022) en estudio con 80 conductores de colectivos urbanos encontraron una correlación entre la calidad del sueño y las variables porcentaje de grasa ( $r = 0,343$ ,  $p = 0,002$ ) y perímetro de la cintura ( $r = 0,261$ ,  $p = 0,019$ ).

A su vez, Lentino *et al.* (2013) aplicaron cuestionarios a 14.148 militares estadounidenses para evaluar los comportamientos, hábitos de salud y su relación con la mala calidad del sueño. Los resultados indicaron asociaciones significativas entre la calidad del sueño y el rendimiento físico, hábitos nutricionales, medidas de obesidad, estilo de vida y medidas del estado psicosocial. Los autores encontraron que los militares que dormían mal presentaron significativa-

mente ( $p < 0,001$ ) menos posibilidades de tener IMC y perímetro de la cintura adecuados. El hecho de que en nuestro estudio no haya una relación entre mala calidad del sueño y perímetro de la cintura probablemente se debe al reducido tamaño de la muestra en comparación con el estudio mencionado anteriormente.

Hasler *et al.* (2004) ya apuntaron que la duración del sueño de menos de seis horas se asocia con un aumento del IMC y la obesidad. Esto puede explicarse porque el acortamiento del sueño altera la razón grelina/leptina, aumentando el apetito y la sensación de hambre (ROMERO; ZANESCO, 2006) y provocando que el individuo incremente su aporte calórico. Además, se puede producir un menor gasto calórico por el cansancio provocado por la falta de sueño, lo que reduce la práctica de actividad física (PATEL *et al.*, 2006). Dado que la calidad del sueño involucra diferentes aspectos, entre ellos el número de horas que duerme el individuo, se debe prestar atención a esta relación.

La limitación de este estudio es el tamaño de la muestra, que no permite la extrapolación a todo el universo de pilotos de la FAB. No obstante, no fue posible reclutar un mayor número de participantes debido al costo de la resonancia magnética y la necesidad de realizar las pruebas con estrictos protocolos de prevención durante la pandemia de covid-19. Otra limitación es la falta de acceso a la ecuación utilizada por el dispositivo Inbody® para calcular el porcentaje de grasa. Esto imposibilitó verificar posibles errores en la elección de la ecuación, así como su especificidad para la muestra estudiada.

Tenemos como puntos fuertes el uso de un método de imagen estándar de oro para medir la adiposidad visceral; el uso de cuestionarios y escalas validados que minimizan los sesgos y permiten resultados confiables; y el rigor metodológico de la recolección de datos, que incluyó a entrevistadores capacitados, protocolos estandarizados y mediciones antropométricas realizadas por un solo evaluador, asegurando así la precisión de los resultados.

## 5 CONCLUSIÓN

Los datos obtenidos en este artículo indicaron que, en cuanto a la calidad del sueño, aproximadamente la mitad de la muestra tenía mala calidad del sueño, y en casi todos los casos el grado de somnolencia diurna fue normal. En cuanto a los indicadores de obesidad, solo la RCA y el porcentaje de grasa mostraron correlaciones positivas pero de baja magnitud con la mala calidad del sueño.

## AUTORÍA Y COLABORACIONES

Todos los autores participaron por igual en la elaboración del artículo.

## REFERENCIAS

AKTER, R. *et al.* Excessive Daytime Sleepiness and Associated Factors in Military Search and Rescue Personnel. **Aerospace Medicine and Human Performance**, Bethesda, v. 92, n. 12, p. 975–979, 2021. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34986937/>. Acesso en: 24. mar. 2023.

BARON, K. G. *et al.* Circadian timing and alignment in healthy adults: associations with BMI, body fat, caloric intake and physical activity. **International Journal of Obesity**, Bethesda, v. 41, n. 2, p. 203–209, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27795550/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BERNARDO, V. M. *et al.* Atividade física e qualidade de sono em policiais militares. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 131–137, 2018. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/gYBT7Z6hTJhn95khWzcSfSh/?lang=pt>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 35, n. 9, p. 877–883, 2009. Disponível: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/rTpHBbQf6Jbz4QwZNsQDYnh/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, Bethesda, v. 12, n. 1, p. 70–75, 2011. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21145786/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BITTENCOURT, L. R. A. *et al.* Sonolência excessiva. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 16–21, 2005. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/vpFsp6ThNQqLSPDCkThKS3q/abstract/?lang=pt>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BULMER, S. *et al.* Sleep of recruits throughout basic military training and its relationships with stress, recovery, and fatigue. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, Bethesda, v. 95, n. 6, p. 1331–1342, 2022. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35226165/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

BUYSSE, D. J. *et al.* The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry Research**, Bethesda, v. 28, n. 2, p. 193–213, 1989. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2748771/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

CHATTU, V. *et al.* The Global Problem of Insufficient Sleep and Its Serious Public Health Implications. **Healthcare**, Bethesda, v. 7, n. 1, p. 1, 2018. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6473877/>. Acesso en: 24 mar. 2023.

COTIAN, M. *et al.* Revisão sistemática dos aspectos psicossociais, neurobiológicos, preditores e promotores de resiliência em militares. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, Rio de Janeiro, v. 63, p. 72–85, 2014. Disponible: <https://www.scielo.br/j/jbpsiq/a/W44JfSDCBV8fRPt6WsZYFhB/?lang=pt>. Acceso en: 24 mar. 2023.

CRISPIM, C. A. *et al.* Relação entre sono e obesidade: uma revisão da literatura. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 51, n. 7, p. 1041–1049, 2007. Disponible: <https://www.scielo.br/j/abem/a/GQ8CpsS5gdGW5yztRTHz8Yt/?lang=pt>. Acceso en: 24 mar. 2023.

CUNHA, C. E. D. O voo com o NVG e a fadiga. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 22, p. 30–42, 2007.

DE PINHO, R. S. N. *et al.* Hypersomnolence and Accidents in Truck Drivers: A Cross-Sectional Study. **Chronobiology International**, Bethesda, v. 23, n. 5, p. 963–971, 2006. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17050211/>. Acceso en: 24 mar. 2023.

FERREIRA, R. T. *et al.* Sleep quality of urban public transport drivers in a city in the Western Amazon, Brazil. **Journal of Human Growth and Development**, Marília, v. 32, n. 1, p. 43–54, 2022. Disponible: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/jhgd/article/view/12613>. Acceso en: 24 mar. 2023.

GALLICCHIO, L.; KALESAN, B. I. Sleep duration and mortality: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sleep Research**, New Jersey, v. 18, n. 2, p. 148–158, 2009.

HALSON, S. L. Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. **Sports Medicine**, Bethesda, v. 44, n. S1, p. 13–23, 2014. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24791913/>. Acceso en: 24 mar. 2023.

HARRIS, E. *et al.* Assessment of Sleep Disruption and Sleep Quality in Naval Special Warfare Operators. **Military Medicine**, Bethesda, v. 180, n. 7, p. 803–808, 2015. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26126252/>. Acceso en: 24 mar. 2023.

HASLER, G. *et al.* The association between short sleep duration and obesity in young adults: a 13-year prospective study. **Sleep**, Bethesda, v. 27, n. 4, p. 661–666, 2004. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15283000/>. Acceso en: 24 mar. 2023.

HIRSHKOWITZ, M. *et al.* National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**, Bethesda, v. 1, n. 1, p. 40–43, 2015. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29073412/>. Acceso en: 24 mar. 2023.

HRUBY, A.; LIEBERMAN, H. R.; SMITH, T. J. Self-reported health behaviors, including sleep, correlate with doctor-informed medical conditions: data from the 2011 Health Related Behaviors Survey of U.S. Active Duty Military Personnel. **BMC Public Health**, Bethesda, v. 18, n. 1, p. 853, 2018. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6042384/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

IAHNKE, V.; MORAES, C. Associação de atividade física com qualidade do sono de jovens militares: um estudo transversal. **Revista de Educação Física**, Rio de Janeiro, v. 91, n. 1, p. 26–35, 2022.

ITANI, O. *et al.* Short sleep duration and health outcomes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. **Sleep Medicine**, Bethesda, v. 32, p. 246–256, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27743803/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

JOHNS, M. W. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. **Sleep**, Bethesda, v. 14, n. 6, p. 540–5, 1991. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1798888/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

JUNG, D. W. *et al.* Estimation of Sleep Onset Latency Based on the Blood Pressure Regulatory Reflex Mechanism. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, Bethesda, v. 17, n. 3, p. 539–544, 2013. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24592456/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSELL, T. **Princípios de neurociências**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014

KERVEZEE, L.; KOSMADOPOULOS, A.; BOIVIN, D. B. Metabolic and cardiovascular consequences of shift work: The role of circadian disruption and sleep disturbances. **European Journal of Neuroscience**, Bethesda, v. 51, n. 1, p. 396–412, 2020. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30357975/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

KIRSCH, J. L. *et al.* Associations Among Sleep Latency, Subjective Pain, and Thermal Pain Sensitivity in Gynecologic Cancer. **Pain Medicine**, v. 21, n. 1, p. 5–12, 2020. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30481329/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

LENTINO, C. V. *et al.* Sleep as a component of the performance triad: the importance of sleep in a military population. **U.S. Army Medical Department Journal**, Bethesda, v. 4, p. 98–108, 2013. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24146247/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

LYZNICKI, J. M. Sleepiness, Driving, and Motor Vehicle Crashes. **JAMA**, Bethesda, v. 279, n. 23, p. 1908–1913, 1998. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9634264/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MARGOTTO, P. R. **Estatística computacional**. Uso do SPSS (statistical package for the social science): o essencial. Caxias do Sul: Escola Superior de Ciências da Saúde, 2012.

MORAIS, K. C. P. de. **Sonolência diurna excessiva, qualidade do sono e qualidade de vida de bombeiros militares**. 2019. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

NEVES, G. S. M. L.; MACEDO, P.; GOMES, M. M. Transtorno do sono: Atualização (1/2). **Revista Brasileira de Neurologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 3, p. 19–30, 2017. Disponível: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-876873>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PALMEIRA, M. L. de S. **Excesso de peso em pilotos da aviação regular associado às características do trabalho e de saúde**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

PARENTE, D. B. *et al.* Preperitoneal fat as a non-invasive marker of increased risk of severe non-alcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, Bethesda, v. 33, n. 2, p. 511–517, 2018. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28726335/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PATEL, S. R. *et al.* Association between Reduced Sleep and Weight Gain in Women. **American Journal of Epidemiology**, Bethesda, v. 164, n. 10, p. 947–954, 2006. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16914506/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PETERSON, A. L. *et al.* Sleep Disturbance during Military Deployment. **Military Medicine**, Oxford, v. 173, n. 3, p. 230–235, 2008. Disponível: <https://academic.oup.com/milmed/article/173/3/230/4557683>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PEYRON, C. *et al.* Neurons Containing Hypocretin (Orexin) Project to Multiple Neuronal Systems. **The Journal of Neuroscience**, Bethesda, v. 18, n. 23, p. 9996–10015, 1998. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9822755/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PINTO, J. do N. *et al.* Avaliação do Sono em um Grupo de Policiais Militares de Elite. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 153–161, 2018. Disponível: <https://www.scielo.br/j/ape/a/d7tm4JSyGgnpMmCMGLtXdMm/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SEKINE, M. *et al.* A dose-response relationship between short sleeping hours and childhood obesity: results of the Toyama Birth Cohort Study. **Child: Care, Health and Development**, Bethesda, v. 28, n. 2, p. 163–170, 2002. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11952652/>. Acesso em: 24 mar. 2023.



SHRIVASTAVA, D. *et al.* How to interpret the results of a sleep study. **Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives**, Bethesda, v. 4, n. 5, p. 1-4, 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25432643/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

WU, Y.; ZHAI, L.; ZHANG, D. Sleep duration and obesity among adults: a meta-analysis of prospective studies. **Sleep Medicine**, Bethesda, v. 15, n. 12, p. 1456–1462, 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25450058/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

ZANESCO, A.; ROMERO, C. E. M. O papel dos hormônios leptina e grelina na gênese da obesidade. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 85–91, 2006. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rn/a/gW5Wght6RbsjFCyZQbmWCSj/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2023.



# Zoonosis y enfermedades vectoriales en militares del Ejército Brasileño (2017/2018) y el papel del veterinario militar en la prevención de enfermedades

*Zoonoses and vector diseases in the Brazilian Army military personnel (2017/2018) and the role of the military veterinarian in disease prevention*

**Resumen:** A nivel mundial, varios estudios indican una alta morbilidad y mortalidad asociada a enfermedades infecciosas en el personal militar. El objetivo de este estudio fue conocer los riesgos biológicos en las actividades de los soldados del Ejército Brasileño y discutir el papel del médico veterinario militar en las acciones de Protección de la Salud de la Fuerza. Se realizó un estudio ecológico destacando las 12 Regiones Militares de la Fuerza, analizando datos de enfermedades de declaración obligatoria en el personal militar, referentes a los años 2017 y 2018. Se compararon las notificaciones y el riesgo relativo de afecciones en el personal militar con la población general. Los resultados mostraron que los arbovirus transmitidos por el mosquito *Aedes* spp. tuvieron las mayores notificaciones entre los militares y se verificó que el riesgo relativo fue mayor en esta categoría en diversas situaciones de afecciones. La principal hipótesis para esto es una mayor exposición a las zoonosis durante las actividades militares. El veterinario, por tanto, está capacitado para desempeñar el papel de funcionario sanitario, actuando en la prevención y control de los riesgos biológicos.

**Palabras clave:** Fuerzas Armadas; riesgos biológicos; sanidad militar.

**Abstract:** Worldwide, several studies indicate high morbidity and mortality associated with infectious diseases in military personnel. The objective of this work was to know the biological risks in the activities of the Brazilian Army military and to discuss the role of the military veterinarian in the actions of Health Protection of the Force. An ecological study focused on the twelve Military Regions of the Force was carried out, analyzing data on notifiable diseases in military personnel, referring to 2017 and 2018. Notifications and the relative risk for injuries in military personnel were compared to the general population. The results showed that arboviruses transmitted by the *Aedes* spp. had the highest notifications among the military and it was found that the relative risk was higher in the military in various diseases. The main hypothesis for this is the greater exposure to zoonoses during military activities. The veterinarian is qualified to exercise the role of health officer in the prevention and control of biological risks.

**Keywords:** Armed Forces; biological risks; military health.

**Elaine Cristina de Freitas Oliveira** 

Exército Brasileiro. Escola de Saúde e Formação Complementar do Exército.  
elainemedvet@yahoo.com.br

**Carlos Roberto Franke** 

Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia.  
frankeufba@gmail.com

**José Roberto Pinho de Andrade Lima** 

Escola Superior de Defesa. Ministério da Defesa. Brasília, DF, Brasil.  
jose.roberto@defesa.gov.br

**Recibido: 31 oct. 2022**

**Aprobado: 4 mar. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

El riesgo biológico para la salud es la probabilidad de exposición a agentes biológicos, como bacterias, virus, hongos, parásitos, protozoos, así como vectores (artrópodos), picaduras y mordeduras de animales. Este concepto utilizado aquí puede entenderse como un factor de riesgo, que es una condición o conjunto de circunstancias cuyo potencial es un efecto adverso, como enfermedades (BRASIL, 2001; BRASIL, 2008). Cabe mencionar que muchas de estas enfermedades son transmitidas por vectores o son zoonosis.

La incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias depende de las condiciones o circunstancias en que se realiza el trabajo y de la exposición ocupacional, que favorece el contacto, el contagio o la transmisión. Los agentes etiológicos están muy extendidos en el entorno, dependiendo de las condiciones ambientales y sanitarias y de la prevalencia de las enfermedades en la población general. Debido a que la exposición a agentes biológicos también se produce en situaciones ajenas al lugar de trabajo, resulta difícil establecer el vínculo causal (BRASIL, 2001). Las enfermedades infecciosas causan muchos problemas a las fuerzas militares movilizadas en todo el mundo. De hecho, las transmitidas por vectores han causado históricamente más bajas que las de combate (Macedo; Peterson; Davis, 2007). En los países de renta baja y media, las enfermedades infecciosas tienen una gran importancia en términos de morbilidad y mortalidad de las tropas, especialmente con la actual aparición o reaparición de enfermedades vectoriales (PAGES *et al.*, 2010).

En las 62 misiones de paz bajo la égida de las Naciones Unidas (ONU) entre 1947 y 2015, el 30% de las muertes se produjeron por enfermedades, en su mayoría infecciosas asociadas al entorno de la misión. En las misiones de mantenimiento de la paz de la ONU en las que Brasil participó entre 1957 y 2015, se identificaron varias enfermedades que afectaban a las tropas, como la fiebre amarilla, la malaria, la leishmaniasis, el dengue, la chikungunya y la rabia. En esa ocasión, se confirmaron 38 muertes por diversas causas, entre ellas tres debidas a la malaria (ANDRADE LIMA, 2016).

En Brasil hay varios informes de militares que sufren enfermedades infecciosas a causa de su trabajo. Ya se han confirmado casos de leishmaniasis en Amazonas (GUERRA *et al.*, 2003; LORENZI, 2014) y en Pernambuco (ANDRADE, 2004; ANDRADE *et al.*, 2009; BRAN-DÃO-FILHO *et al.*, 1998); leptospirosis en Paraná (MARASCHIN; ESTRELA; FERREIRA, 2005), Ceará (BRAZ, 2014) y Rio de Janeiro (DE LORENZI, 2014); síndrome respiratorio agudo grave en Rio de Janeiro (DE LORENZI, 2014), así como casos de chikungunya en militares que regresaban de la misión de mantenimiento de la paz de la ONU en Haití en 2014 (LORENZI, 2014).

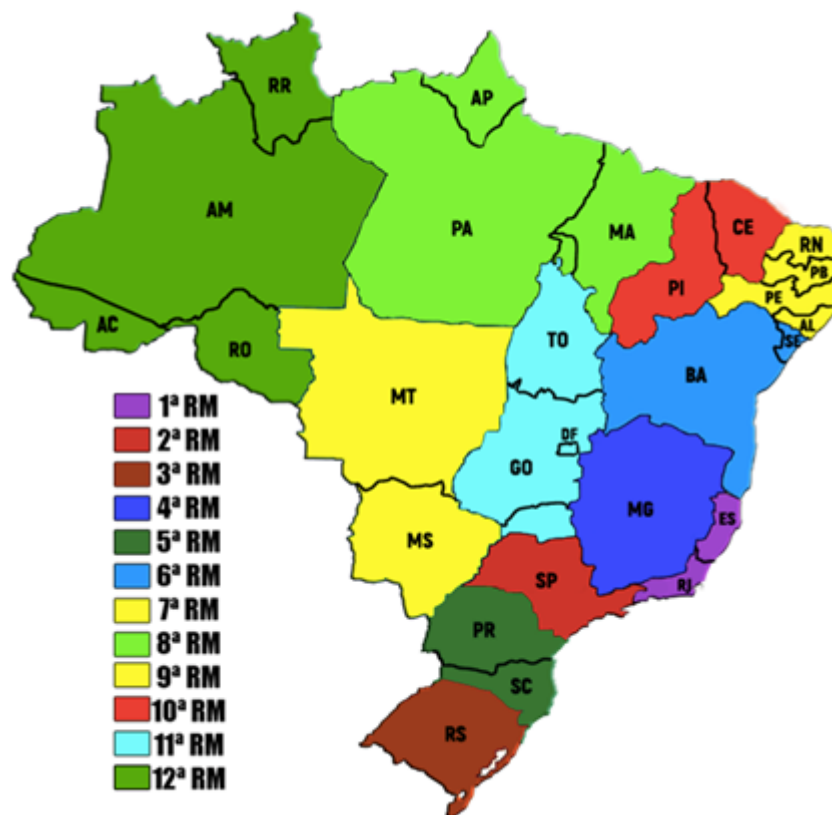
El objetivo de este artículo es presentar los riesgos biológicos en las actividades del personal militar del Ejército Brasileño y discutir el papel del veterinario militar en las acciones de Protección Sanitaria de la Fuerza.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico, cuyas unidades de análisis de área fueron las 12 Regiones Militares (RM) del Ejército Brasileño, con sus respectivas unidades federales de cobertura: 1ª RM (Rio de Janeiro y Espírito Santo), 2ª RM (São Paulo), 3ª RM (Rio Grande do Sul), 4ª RM (Minas Gerais), 5ª RM (Paraná y Santa Catarina), 6ª RM (Bahia y Sergipe), 7ª RM (Rio Grande

do Norte, Paraíba, Pernambuco y Alagoas), 8ª RM (Pará, Amapá y Maranhão), 9ª RM (Mato Grosso do Sul y Mato Grosso), 10ª RM (Ceará y Piauí), 11ª RM (Distrito Federal Goiás y Tocantins) y 12ª RM (Amazonas, Acre, Roraima y Rondônia) (Figura 1). Los datos considerados en el estudio comprenden los bienios 2017 y 2018.

Figura 1 – Mapa de la jurisdicción de las Regiones Militares del Ejército Brasileño



Fuente: CENTRO ROSA DA FONSECA, 2023

Los datos sobre afecciones en el personal militar se obtuvieron a partir de los mapas de control de enfermedades endémicas (que contienen enfermedades de declaración obligatoria) solicitados a la Dirección de Salud del Ejército, con el objetivo de identificar las enfermedades más frecuentes a las que está expuesto el personal militar en sus actividades. Estos mapas son enviados mensualmente por todas las Organizaciones Militares (OM) que tienen una sección sanitaria en las RM a las que están subordinadas. Finalmente, éstas envían los mapas a la Dirección de Salud del Ejército. Algunas OM, como los hospitales militares, atienden también a militares de la reserva y a militares dependientes, por lo que el número de casos de enfermedades no corresponde necesariamente solo a los casos ocurridos en militares en actividad. Solo se utilizaron datos de enfermedades relacionadas con zoonosis y/o transmitidas por vectores. También se calculó la incidencia de las enfermedades notificadas en las organizaciones militares, utilizando el número de casos dividido por el número estimado de militares en cada Región Militar, según el Anuario Estadístico del Ejército (BRASIL, 2019a), y expresado por 100.000 individuos.

Los datos de la población general sobre chikungunya, dengue y zika se obtuvieron de los boletines epidemiológicos sobre arbovirus del Ministerio de Salud (MS) (BRASIL, 2019c; BRASIL, 2019d); los datos sobre la enfermedad de Chagas, la leishmaniasis tegumentaria y la leishmaniasis visceral se obtuvieron del sitio del Sistema Nacional de Enfermedades de Declaración Obligatoria (Sinan - *Sistema Nacional de Agravos de Notificação*), en el que no se disponía de datos para el año 2018 (BRASIL, 2019g); los datos sobre la fiebre amarilla se obtuvieron del boletín epidemiológico y de los informes del MS (BRASIL, 2017b; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2019b); los datos sobre fiebre manchada de las Montañas Rocosas, hantavirus, leptospirosis, peste y rabia se obtuvieron del sitio web del MS (BRASIL, 2019f) y los datos sobre malaria se obtuvieron del sitio web de la Sala de Apoyo a la Gestión Estratégica del Ministerio de Salud (BRASIL, 2019e). Los datos sobre el tamaño de la población brasileña se obtuvieron del sitio web del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019). Los datos de fiebre amarilla se dispusieron por periodo estacional, que va de julio de un año a junio del siguiente y, por tanto, no fue posible separar el número de casos de cada año, considerándose la suma de casos de 2017 y 2018. Los datos utilizados se refieren a los casos notificados confirmados y en investigación, excluyendo los descartados. La incidencia de las enfermedades notificadas se calculó utilizando el número de casos dividido por la población estimada de un área geográfica determinada, según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), y expresado por 100.000 habitantes.

Se calculó el riesgo relativo de afecciones en los militares en relación con la población general, basándose en la relación entre la incidencia de afecciones en los militares y la incidencia de afecciones en la población, para identificar si el riesgo de enfermarse era mayor entre los militares.

### 3 RESULTADOS

Los datos sobre zoonosis y enfermedades vectoriales registrados en el ejército están disponibles en la Tabla

Los datos sobre zoonosis y enfermedades vectoriales registrados en la población general figuran en el cuadro 2.

Tabla 1 – Número de casos notificados a la Dirección de Sanidad del Ejército de zoonosis y enfermedades vectoriales de declaración obligatoria registradas en personal militar, por RM, en 2017 y 2018.

RM/Enfermedad	Chikungunya	Dengue	Zika	Enfermedad de Chagas	Fiebre amarilla	Leishmaniasis tegumentaria	Leishmaniasis visceral	Leptospirosis	Malaria	Total
1ª RM (RJ, ES)	3	128	3	0	0	1	0	0	0	135
2ª RM (SP)	39	46	10	0	0	0	0	0	2	97
3ª RM (RS)	0	29	0	0	5	0	0	1	1	36
4ª RM (MG)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
5ª RM (PR, SC)	0	0	0	2	0	0	1	2	0	5
6ª RM (BA, SE)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
7ª RM (RN, PB, PE, AL)	2	44	0	0	0	0	1	0	0	47
8ª RM (PA, AP, MA)	1	20	0	0	1	2	0	0	0	24
9ª RM (MS, MT)	1	2	0	3	0	15	0	0	0	21
10ª RM (CE, PI)	0	3	0	0	0	1	0	3	0	7
11ª RM (DF, GO, TO)	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22
12ª RM (AM, AC, RR, RO)	11	0	1	1	0	0	0	0	0	13
	11	77	0	0	0	10	6	0	2	106
	22	168	2	1	0	16	3	0	6	218
	15	120	25	0	10	11	0	1	5	187
	0	15	0	0	0	110	2	0	0	127
	1	54	0	0	0	1	3	0	3	62
	52	16	4	0	0	0	1	0	0	73
	96	40	3	0	0	0	2	0	0	141
	1	5	0	0	0	0	1	0	0	7
	3	72	1	0	0	0	0	0	0	76
	0	85	3	0	0	0	0	0	0	88
	85	363	43	0	0	34	2	0	335	862
	6	157	8	0	0	28	1	24	425	649
	217	951	75	5	15	72	15	4	346	1.700
Total	132	518	28	2	1	157	9	27	433	1.307

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Dirección de Sanidad del Ejército (2019).

**Tabla 2 – Número de casos notificados al Sinan de zoonosis y enfermedades vectoriales de notificación obligatoria registrados en la población general, por RM, en 2017 y 2018.**

RM/Enfermedad	Chikungunya	Dengue	Zika	Enfermedad de Chagas	Fiebre amarilla*	Fiebre Manchada**	Hantavirus	Leishmaniasis tegumentaria	Leishmaniasis visceral	Leptospirosis	Malaria	Rabia
1ª RM (RJ, ES)	2017 5.476	17.514	2.905	0	864	22	0	185	34	236	109	0
	2018 35.342	20.351	2.286	...		7	0	...	...	315	215	0
2ª RM (SP)	2017 934	9.204	309	2	1.000	64	8	254	159	564	127	0
	2018 400	11.465	209	...		104	2	...	...	530	141	1
3ª RM (RS)	2017 63	176	14	0	9	2	6	10	6	494	13	0
	2018 45	93	6	...		3	2	...	...	449	19	0
4ª RM (MG)	2017 16.320	25.949	723	0	1.228	33	5	1.520	770	129	69	0
	2018 11.438	23.290	123	...		72	8	...	...	179	46	0
5ª RM (PR, SC)	2017 210	2.343	73	0	12	37	21	261	8	575	47	0
	2018 137	1.210	14	...		46	14	...	...	579	79	0
6ª RM (BA, SE)	2017 9.412	10.287	2.326	0	27	0	0	2.845	340	109	11	1
	2018 3.412	7.824	679	...		0	0	...	...	93	94	0
7ª RM (RN, PB, PE, AL)	2017 5.991	21.838	850	0	13	1	0	399	330	305	26	1
	2018 3.638	40.945	936	...		0	0	...	...	311	22	0
8ª RM (PA, AP, MA)	2017 15.251	15.799	1.207	306	28	0	2	4.988	1.182	223	53.354	0
	2018 6.526	5.809	297	...		1	10	...	...	239	62.009	10
9ª RM (MS, MT)	2017 3.606	11.523	2.252	2	4	0	10	2.335	148	21	604	0
	2018 13.338	8.273	629	...		1	5	...	...	28	898	0
10ª RM (CE, PI)	2017 120.423	44.345	1.527	0	2	1	0	441	642	28	35	0
	2018 1.868	5.286	106	...		2	0	...	...	58	41	0
11ª RM (DF, GO, TO)	2017 3.361	72.307	4.614	0	39	5	2	588	333	36	133	1
	2018 354	76.371	1.005	...		1	2	...	...	52	95	0
12ª RM (AM, AC, RR, RO)	2017 4.546	8.104	793	10	9	0	0	4.359	35	320	139.900	3
	2018 244	4.874	379	...		0	1	...	...	260	130.854	0
Total	2017 185.593	239.839	17.593	320		165	54	18.185	3.987	3.041	194.428	6
	2018 76.742	205.791	6.669	...	3.235	237	44	...	...	3.093	194.513	11

Fuente: Elaboración de los autores a partir de datos de Sinan. Nota: No hay datos disponibles; \*datos agregados 2017/18; \*\*Fiebre Manchada de las montañas rocosas



En la Tabla 3 se ofrecen datos sobre la incidencia de zoonosis y enfermedades vectoriales registradas en el personal militar y en la población general, así como datos sobre el riesgo relativo de zoonosis y enfermedades vectoriales en el personal militar en relación con la población general.

En 2017, el riesgo relativo fue mayor en el personal militar en las siguientes afecciones: chikungunya en la 5ª RM (5,61), 7ª RM (2,64), 8ª RM (1,66), 10ª RM (1,82) y 12ª RM (7,11); dengue en la 1ª RM (3,80), 2ª RM (8,24), 4ª RM (4,07), 6ª RM (7,50), 7ª RM (5,07), 8ª RM (12,81), 9ª RM (2,05), 10ª RM (2,06) y 12ª RM (17,03); zika en la 8ª RM (34,93), 10ª RM (4,49) y 12ª RM (20,62); fiebre amarilla en la 2ª RM (13,12) y 8ª RM (613,94); enfermedad de Chagas en la 3ª RM y 5ª RM (no fue posible determinar el valor del riesgo relativo, ya que la incidencia en la población general era nula); leishmaniasis tegumentaria en la 1ª RM (2,82), 5ª RM (68,22), 7ª RM (36,00), 8ª RM (3,72) y 12ª RM (2,96); leishmaniasis visceral en la 3ª RM (65), 4ª RM (3,12), 7ª RM (26,13), 9ª RM (8,89), 10ª RM (7,13) y 12ª RM (21,94); leptospirosis en la 2ª RM (4,64), 3ª RM (1,49) y 8ª RM (7,56); y malaria en la 2ª RM (20,71), 7ª RM (108,54) y 9ª RM (2,18). El riesgo relativo para dengue en personal militar en la 5ª RM (1,01) presentó un valor muy cercano a 1, no mostrando asociación entre la exposición al factor de riesgo y la ocurrencia de la enfermedad.

En 2017, el riesgo relativo fue mayor en el personal militar en las siguientes afecciones: chikungunya en la 6ª RM (10,82), 7ª RM (8,54), 9ª RM (1,64), 10ª RM (1,22) y 12ª RM (9,03); dengue en la 1ª RM (1,17), 4ª RM (2,02), 5ª RM (2,73), 7ª RM (5,80), 8ª RM (4,12), 10ª RM (2,15) y 12ª RM (11,61); zika en la 1ª RM (2,27), 6ª RM (4,94), 7ª RM (3,02), 9ª RM (2,67), 11ª RM (1,35) y 12ª RM (7,76); fiebre amarilla en la 4ª RM (1,92); leptospirosis en la 5ª RM (5,72) y 12ª RM (33,90); y malaria en la 1ª RM (4,82), 7ª RM (379,82) y 12ª RM (1,19). No fue posible calcular el riesgo relativo de enfermedad de Chagas, leishmaniasis tegumentaria y leishmaniasis visceral en el personal militar en relación con la población general porque no se dispone de datos sobre la incidencia en la población general (Tabla 3).

**Tabla 3 – Incidencia de zoonosis y enfermedades vectoriales de notificación obligatoria registradas en personal militar (/100 mil) notificadas a la Dirección de Sanidad del Ejército, incidencia de zoonosis y enfermedades vectoriales de notificación obligatoria registradas en población general (/100 mil) notificadas a Sinan y riesgo relativo (RR) en personal militar, por RM, en 2017 y 2018. (continua)**

RM/Enfermedad	Chikungunya			Dengue			Zika			Fiebre amarilla		
	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR
1ª RM (RJ, ES)	2017	7,52	26,41	0,28	320,94	84,46	3,80	7,52	14,01	0,54	0	0
	2018	95,90	160,24	0,60	113,11	96,30	1,17	24,59	10,82	2,27	4,13	0
2ª RM (SP)	2017	0	2,07	0	168,19	20,41	8,24	0	0,68	0	29,00	13,12
	2018	0	0,88	0	16,77	25,18	0,67	0	0,46	0	0	0
3ª RM (RS)	2017	0	0,56	0	0	1,55	0	0	0,12	0	0	0
	2018	0	0,40	0	0	0,82	0	0	0,05	0	0,008	0
4ª RM (MG)	2017	22,75	77,27	0,29	500,51	122,87	4,07	0	3,42	0	0	0
	2018	11,16	54,36	0,20	223,11	110,69	2,02	0	0,58	0	11,16	1,92
5ª RM (PR, SC)	2017	6,46	1,15	5,61	12,92	12,79	1,01	0	0,40	0	0	0
	2018	0	0,74	0	17,95	6,57	2,73	0	0,08	0	0,06	0
6ª RM (BA, SE)	2017	0	53,38	0	437,55	58,34	7,50	0	13,19	0	0	0
	2018	215,90	19,96	10,82	0	45,78	0	19,63	3,97	4,94	0,16	0
7ª RM (RN, PB, PE, AL)	2017	77,61	29,39	2,64	543,25	107,14	5,07	0	4,17	0	0	0
	2018	153,18	17,93	8,54	1.169,75	201,75	5,80	13,93	4,61	3,02	0,06	0
8ª RM (PA, AP, MA)	2017	156,56	94,35	1,66	1.252,48	97,74	12,81	260,93	7,47	34,93	104,37	613,94
	2018	0	39,85	0	146,07	35,47	4,12	0	1,81	0	0	0
9ª RM (MS, MT)	2017	7,23	59,53	0,12	390,51	190,22	2,05	0	37,18	0	0	0
	2018	352,30	215,48	1,64	108,40	133,65	0,81	27,10	10,16	2,67	0,06	0
10ª RM (CE, PI)	2017	1.794,39	983,87	1,82	747,66	362,30	2,06	56,08	12,48	4,49	0	0
	2018	18,45	15,14	1,22	92,25	42,84	2,15	0	0,86	0	0,02	0
11ª RM (DF, GO, TO)	2017	12,11	29,56	0,41	290,54	636,02	0,46	4,04	40,59	0,10	0	0
	2018	0	3,09	0	335,32	666,93	0,50	11,84	8,78	1,35	0,34	0
12ª RM (AM, AC, RR, RO)	2017	447,51	62,95	7,11	1.911,13	112,22	17,03	226,39	10,98	20,62	0	0
	2018	30,26	3,35	9,03	776,56	66,91	11,61	40,34	5,20	7,76	0,12	0

(continua)

Tabla 3 – Continuação

RM/Enfermedad	Enfermedad de Chagas			Leishmaniasis tegumentaria			Leishmaniasis visceral			Leptospirosis			Malaria		
	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR	Militar	Población	RR
1ª RM (RJ, ES)	2017	0	0	2,51	0,89	2,82	0	0,16	0	0	1,14	0	0	0,53	0
	2018	0	...	0	...	...	0	...	...	0	1,49	0	4,92	1,02	4,82
2ª RM (SP)	2017	0	0,004	0	0,56	0	0	0,35	0	5,80	1,25	4,64	5,80	0,28	20,71
	2018	0	...	0	...	...	0	...	...	0	1,16	0	0	0,31	0
3ª RM (RS)	2017	6,51	0	0	0,09	0	3,25	0,05	65	6,51	4,36	1,49	0	0,12	0
	2018	0	...	0	...	...	3,01	...	...	0	3,96	0	0	0,17	0
4ª RM (MG)	2017	0	0	0	7,20	0	11,38	3,65	3,12	0	0,61	0	0	0,33	0
	2018	0	...	22,31	...	...	0	...	...	0	0,85	0	0	0,22	0
5ª RM (PR, SC)	2017	19,38	0	96,87	1,42	68,22	0	0,4	0	0	3,14	0	0	0,26	0
	2018	0	...	5,98	...	...	0	...	...	17,95	3,14	5,72	0	0,43	0
6ª RM (BA, SE)	2017	0	0	0	16,14	0	0	1,93	0	0	0,62	0	0	0,06	0
	2018	19,63	...	0	...	...	0	...	...	0	0,54	0	0	0,55	0
7ª RM (RN, PB, PE, AL)	2017	0	0	70,55	1,96	36,00	42,33	1,62	26,13	0	1,50	0	14,11	0,13	108,54
	2018	6,96	...	111,40	...	...	20,89	...	...	0	1,53	0	41,78	0,11	379,82
8ª RM (PA, AP, MA)	2017	0	1,89	114,81	30,86	3,72	0	7,31	0	10,44	1,38	7,56	52,19	330,07	0,16
	2018	0	...	1.071,18	...	...	19,48	...	...	0	1,46	0	0	378,61	0
9ª RM (MS, MT)	2017	0	0,03	7,23	38,55	0,19	21,70	2,44	8,89	0	0,35	0	21,70	9,97	2,18
	2018	0	...	0	...	...	6,78	...	...	0	0,45	0	0	14,51	0
10ª RM (CE, PI)	2017	0	0	0	3,60	0	37,38	5,24	7,13	0	0,23	0	0	0,29	0
	2018	0	...	0	...	...	18,45	...	...	0	0,47	0	0	0,33	0
11ª RM (DF, GO, TO)	2017	0	0	0	5,17	0	0	2,93	0	0	0,32	0	0	1,17	0
	2018	0	...	0	...	...	0	...	...	0	0,45	0	0	0,83	0
12ª RM (AM, AC, RR, RO)	2017	0	0,14	179,00	60,36	2,96	10,53	0,48	21,94	0	4,43	0	1.763,72	1.937,23	0,91
	2018	0	...	126,06	...	...	5,04	...	...	121,02	3,57	33,90	2.143,11	1.796,45	1,19

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la Dirección de Salud del Ejército, Anuario Estadístico del Ejército, Sinan e INSTITUTO BRASILEÑO DE GEOGRAFÍA Y ESTATÍSTICA (2019). Nota: [...] no hay datos disponibles; (\*) no fue posible calcular.

#### 4 DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las arbovirosis urbanas transmitidas por el mosquito *Aedes* spp. (chikungunya, dengue y zika) son las afecciones que más notificaciones tuvieron entre los militares, considerando los años 2017 y 2018. Con la excepción de la 3ª RM, todas las RM tuvieron casos notificados de al menos una de ellas. Los casos en el personal militar tuvieron el mismo patrón de aumento, o disminución, en 2018 en relación con 2017 que en la población general, en la mayoría de los casos.

Los estudios demuestran que las arbovirosis constituyen un riesgo laboral para el personal militar en varios países. Gibbons *et al.* (2012) señalaron que el dengue es una amenaza para las tropas militares en zonas endémicas y que, entre 1960 y 1990, se presentó con frecuencia en las tropas estadounidenses destacadas en Asia, África y América Central, con una tasa de ataque de hasta el 80%.

Frickmann y Herchenröder (2019) realizaron una revisión bibliográfica sobre las infecciones por el virus Chikungunya en tropas de varios países en misiones en el extranjero y concluyó que esta afección es una amenaza real para el personal militar en operaciones en zonas endémicas debido al modo de transmisión vectorial y en un escenario de brote. Sin embargo, fuera del escenario de brote, la frecuencia de transmisión parece ser baja.

La enfermedad de Chagas tuvo dos casos notificados en la 3ª RM y tres en la 5ª RM en 2017 mientras que los datos del Sinan muestran que no hubo casos notificados en las mismas zonas y periodo. Los militares son transferidos constantemente y pueden servir en cualquier lugar de Brasil y estos casos pueden ser de profesionales que fueron transferidos de áreas con notificación a lugares sin historial de notificación. Sin embargo, la notificación de los casos de enfermedad de Chagas aguda debe ser inmediata (dentro de las 24 horas siguientes a la ayuda médica, por el medio más rápido posible) a la Secretaría Municipal de Salud/Secretaría Estatal de Salud. La autoridad sanitaria que reciba la notificación obligatoria inmediata deberá notificarla a los demás niveles de gestión del Sistema Único de Salud en el plazo de 24 horas desde su recepción (BRASIL, 2016b). Por lo tanto, una posibilidad de las diferencias entre la información de la Dirección de Sanidad del Ejército y la de Sinan es un fallo en el flujo de la cadena de notificaciones. En 2018 no fue posible realizar una comparativa de los casos notificados en militares con la población general, ya que no se encontraron datos en Sinan sobre esta afección.

De las nueve enfermedades con notificaciones positivas en el ejército en 2017 y 2018, la fiebre amarilla fue la que menos notificaciones tuvo entre las RM, solo tres. Esto puede explicarse por el hecho de que la vacunación contra la fiebre amarilla es obligatoria en el ejército (BRASIL, 2014). Sin embargo, en las RM que tuvieron notificación, la incidencia fue mayor que en la población general (aunque la comparación se vio dificultada porque los datos de fiebre amarilla en la población no son anuales, sino estacionales). Las hipótesis de esta mayor incidencia en el personal militar son el incumplimiento de la vacunación obligatoria, el fallo de la vacuna y la interferencia de casos ocurridos en militares dependientes.

Según los investigadores Leggat y Frea (2006), el personal militar forma parte del grupo de alto riesgo de contraer la fiebre amarilla si se desplaza a zonas endémicas. Pero, como existe una vacuna contra esta enfermedad, el riesgo se reducirá si los militares están vacunados.

Izurietta *et al.* (2009) publicaron un estudio con los resultados de una investigación sobre un brote de fiebre hemorrágica en militares en misión dentro de la selva amazónica ecuatoriana. Se identificaron un total de 44 casos de fiebre amarilla y tres víctimas mortales entre las 341 personas que no habían sido vacunadas previamente. La propagación del brote se controló rápidamente

mediante la vacunación del personal militar que no se había afectado. Los destacamentos y puestos avanzados dentro de la selva amazónica se asociaron significativamente con la infección por fiebre amarilla debido a una mayor exposición al mosquito vector.

La 8ª RM y la 12ª RM, que abarcan estados de la región norte del país, fueron las que registraron una mayor incidencia de casos. Todos los militares que son trasladados a una de estas RM deben realizar un periodo de adaptación a la vida en la selva, cuyo objetivo es proporcionar adaptación y agregar conocimientos militares sobre técnicas de combate y supervivencia en la selva. En estas RM hay otras pasantías y cursos operacionales, de carácter voluntario, realizados por militares de todo el país. Estos cursos y pasantías tienen lugar en el ambiente operativo amazónico, donde existen reservorios y vectores de leishmaniasis, leptospirosis y malaria. Por lo general, estos militares no han tenido contacto previo con estas enfermedades y, por tanto, no tienen memoria inmunológica, lo que los hace vulnerables. Varios militares prestan servicio en puestos fronterizos y patrullan en la selva, lo que aumenta la exposición a estas enfermedades. Un estudio de Dhiman *et al.* (2011) corrobora estas afirmaciones y destaca que la elevada incidencia de la malaria en la población local también aumenta el riesgo de infección, ya que actúa como reservorio de la enfermedad. En los trabajos realizados por Guerra *et al.* (2003) y de Lorenzi (2014), que describen brotes de leishmaniasis tegumentaria en militares participantes de cursos operacionales en Amazonas, también se encuentran semejanzas con los hallazgos de esta investigación.

La alta incidencia de leishmaniasis tegumentaria en la 7ª RM en los dos años del estudio es mayor que en la población general en 2017, puede estar asociada a la formación que se lleva a cabo en el Centro de Instrução Newton Cavalcanti en Pernambuco. En este lugar, ya se han registrado varios brotes según los estudios de Brandão-Filho *et al.* (1998), Andrade (2004) y Andrade *et al.* (2009).

Aproximadamente el 75% de las enfermedades emergentes o reemergentes que afectan a los seres humanos a principios del siglo XXI son zoonosis (BROWN, 2013). Los entornos de trabajo en los que hay animales aumentan el riesgo de transmisión de infecciones zoonóticas (BIENZ; TOMASZEWSKI; MCDONALD, 2018).

El riesgo en la vigilancia epidemiológica se muestra mediante la incidencia. La incidencia mide el riesgo de enfermar de una enfermedad determinada, en una población determinada, en un periodo determinado. Una incidencia elevada implica un alto riesgo colectivo de enfermedad (BRASIL, 2005). El riesgo relativo estima la magnitud de la asociación entre la exposición al factor de riesgo y la aparición de la enfermedad, indicando cuántas veces es mayor la aparición de la enfermedad en las personas expuestas que en las no expuestas (WAGNER; CALLEGARI-JACQUES, 1998). Los resultados mostraron que, en 2017, el riesgo de que el personal militar enfermara de chikungunya fue mayor en cinco RM; de dengue en nueve RM; de zika en tres RM; de enfermedad de Chagas en dos RM; de fiebre amarilla en dos RM; de leishmaniasis tegumentaria en cinco RM; de leishmaniasis visceral en seis RM; de leptospirosis en tres RM y de malaria en tres RM. En 2018, el riesgo de que el personal militar enfermara de chikungunya fue mayor en cinco RM; de dengue en siete RM; de zika en seis RM; de fiebre amarilla en una RM; de leptospirosis en dos RM y de malaria en tres RM; la enfermedad de Chagas, la leishmaniasis tegumentaria y la leishmaniasis visceral no disponen de datos en la población general para poder realizar comparaciones.

Un artículo de revisión elaborado por Leggat (2010) concluyó que, incluso con el avance de las medidas de prevención de enfermedades tropicales, éstas siguen suponiendo un riesgo importante para las tropas militares destacadas en otros países y, en cuanto a las enfermedades

infecciosas, las transmitidas por vectores, en particular la malaria y las arbovirosis y, más recientemente, la leishmaniasis, sobresalen como un riesgo importante para los militares.

Es necesario investigar las causas del mayor riesgo de estas enfermedades en el ejército. Una de las hipótesis es el hecho de una mayor exposición a vectores y reservorios de enfermedades durante las actividades operativas. Davoust, Marié y Boni (2008) señalaron que el personal militar, por su profesión, asume riesgos y constituye un grupo especialmente expuesto a las zoonosis durante las operaciones o el entrenamiento en diversos entornos. Además, según estos autores, parecen ser más sensibles a las zoonosis exóticas cuando entran en un nuevo ecosistema porque no tienen memoria inmunológica. Biselli *et al.* (2022) afirman que el personal militar está expuesto al riesgo de contraer enfermedades infecciosas por una serie de razones, entre las que se incluyen la vida en comunidad, a menudo en condiciones ambientales deficientes en cuanto a higiene del suministro de agua y alimentos, saneamiento, traumatismos con heridas contaminadas y la posibilidad de exposición a temperaturas extremas y a enfermedades desconocidas en su lugar de origen, para las que, por tanto, no se ha desarrollado una inmunización natural.

#### 4.1 La protección de la salud y el papel del veterinario militar

La mayoría de estos riesgos pueden mitigarse mediante el estricto cumplimiento de un plan integral de Protección de la Salud de la Fuerza. En relación con la salud operacional, hay más de una publicación que aborda las medidas preventivas.

Según el Manual de Apoyo Sanitario en Operaciones Conjuntas del Ministerio de Defensa:

Salud Operativa es el conjunto de acciones relacionadas con la conservación del potencial humano, en las mejores condiciones de aptitud física y psicológica, con el objetivo de mantener la capacidad operativa de una Fuerza, en relación con los aspectos de salud; tiene como objetivo mitigar los efectos que las enfermedades y lesiones pueden generar en la eficiencia, disponibilidad y moral de una tropa, contribuyendo al cumplimiento de su misión. (BRASIL, 2017a)

Si bien existe un manual del Ministerio de Defensa, también existe una Nota de Coordinación Doctrinal (NCD) nº 01/2016, elaborada por el Departamento de Educación y Cultura del Ejército. Allí se encuentra el Apoyo de Salud en las Operaciones de la Fuerza Terrestre Componente, cuyo objetivo es presentar la estructuración de la salud operativa en el Ejército Brasileño y describir las características exigidas al Grupo Funcional de Salud para el apoyo de salud a las operaciones en el nivel de la Fuerza Terrestre Componente. Su foco es la medicina operativa, cuyas acciones tienen como objetivo minimizar los efectos de heridas, lesiones y enfermedades adquiridas en operaciones militares, además de realizar acciones sanitarias en misiones de mantenimiento de la paz y llevar a cabo acciones sanitarias en respuesta a situaciones de desastre y apoyo humanitario en Brasil y en el extranjero, con el objetivo de salvaguardar la salud física y mental de los militares y de la población asistida. (BRASIL, 2016a).

La NCD cita que para garantizar la salud de los militares deben aplicarse medidas de vigilancia sanitaria y ambiental, control de zoonosis, inspección de los alimentos y el agua consumidos por las tropas, y medicina preventiva (saneamiento, higiene, control de enfermedades, inmunización y educación sanitaria). Destaca la inteligencia sanitaria como actividad vital para la planificación y el éxito del apoyo sanitario en las operaciones (BRASIL, 2016a).

La Inteligencia Sanitaria, “se ocupa de la recopilación, evaluación, análisis, interpretación y difusión de conocimientos relacionados con la salud, tales como información ambiental, médica, epidemiológica, de salud pública” (BRASIL, 2018a), entre otras. Tiene varios propósitos, por ejemplo, detectar, identificar y minimizar amenazas a la salud, colaborar en la búsqueda de datos, contribuir para dimensionar los riesgos sanitarios y ambientales a los que las tropas pueden estar expuestas, con recomendaciones vinculadas a la protección de la salud de la Fuerza. Es útil para el desarrollo y ejecución de acciones de medicina preventiva y medidas profilácticas necesarias (BRASIL, 2016a).

El Manual de Campaña de Logística Militar Terrestre del Mando de Operaciones Terrestres establece que:

La Función Logística Sanitaria es el conjunto de actividades relacionadas con la conservación del capital humano en condiciones adecuadas de aptitud física y mental, a través de medidas sanitarias de prevención y recuperación (BRASIL, 2018a).

Además, enumera las medidas destinadas a la prevención de enfermedades: análisis, depuración y tratamiento del agua; gestión medioambiental; y, por último, medidas sanitarias preventivas, control sanitario e inspección alimentaria, seguridad alimentaria y defensa biológica, zoonosis y control de plagas. Entre las actividades de la Función Logística Sanitaria figuran la protección de la salud y la inteligencia sanitaria. La protección de la salud “se refiere a la conservación y preservación de la salud general del contingente, mediante la prevención de enfermedades y lesiones”, a través de medidas profilácticas y condiciones sanitarias adecuadas (saneamiento, higiene, control de enfermedades, inmunización y educación sanitaria), entre otras (BRASIL, 2018a).

La prevención de enfermedades es una de las responsabilidades del Mando; sin embargo, no se debe subestimar la importancia de la educación sanitaria. Para que el comandante desempeñe su papel principal, es necesario que se le insista en la importancia de la prevención, mediante la comunicación de los riesgos medioambientales y de las enfermedades infecciosas para la salud de las tropas. Esta concienciación debe ser llevada a cabo por el responsable sanitario, que debe evaluar los riesgos, concretar las medidas de prevención y control de las enfermedades, orientar al Mando y a la tropa y supervisar si las medidas se cumplen (LYNCH *et al.*, 2014). La percepción correcta y oportuna de la amenaza es esencial porque el comportamiento de protección está vinculado a la percepción del riesgo. Esto se puede conseguir si los militares tienen un conocimiento real del riesgo al que están expuestos, si se dispone de un equipo sanitario que transmita este conocimiento y supervise su ejecución, si el mando se compromete a velar por el cumplimiento de las medidas de protección y control.

Otro factor fundamental es la disponibilidad de datos sanitarios para una correcta evaluación de riesgos y planificación de la prevención por parte del equipo sanitario (KUNWAR; PRAKASH, 2015). La educación de cada militar es importante, ya que las medidas de prevención y control de enfermedades no son intuitivas y, si no se aplican o se ejecutan mal, el riesgo no disminuirá. La importancia de la prevención debe reforzarse constantemente mediante instrucciones teóricas y prácticas. El comandante debe colaborar estrechamente con el responsable sanitario y su equipo (CROFT; BAKER; VON BERTELE, 2001). Es necesario publicar manuales de campaña con estas orientaciones. El veterinario militar, como responsable sanitario, puede desempeñar esta función junto con el Mando.

El médico veterinario desempeña un amplio abanico de actividades, como la prevención y el tratamiento de enfermedades en animales, la higiene e inspección de productos de origen ani-

mal, la defensa de la sanidad animal, la salud pública (control y erradicación de zoonosis, seguridad alimentaria) y la preservación del medio ambiente y la ecología. Su formación tiene un carácter multidisciplinar, centrándose al mismo tiempo en ambas direcciones, seres humanos y animales, especialmente cuando el tema es la salud pública. Tiene un papel fundamental en la promoción, prevención y asistencia a la salud humana, animal y ambiental (POSSAMAI, 2011).

En el ámbito militar, son varias las actividades que el veterinario puede desempeñar para la salud del personal, principalmente los humanos, tanto en tiempo de paz como en operaciones. Estas actividades abarcan la seguridad alimentaria, la prevención de enfermedades transmitidas por el agua, el control de zoonosis, el control de plagas y vectores y la inteligencia sanitaria (MARQUES; ANDRADE LIMA, 2016).

Según el Manual de Campaña de Logística Militar Terrestre, el

Oficial Veterinario trabaja con el objetivo de preservar la salud de las tropas, a través de medidas de vigilancia sanitaria y ambiental, inspección de aguas y alimentos y control de zoonosis y plagas. También lleva a cabo el tratamiento clínico y quirúrgico de los animales de trabajo utilizados en operaciones militares, así como la composición de equipos sanitarios multidisciplinarios, con el fin de evaluar las posibles amenazas sanitarias inherentes al entorno operativo. (BRASIL, 2018a)

Para reducir el riesgo de que las tropas enfermen, las RM deben emplear la capacidad del veterinario para controlar los riesgos biológicos para la salud de las tropas: efectuar la vigilancia epidemiológica de las zonas donde se encuentran las OM y donde se desarrollan las operaciones; en función de los riesgos biológicos identificados, proponer a las tropas medidas de prevención y control, principalmente las relacionadas con los vectores y las zoonosis; llevar a cabo la vigilancia sanitaria de las instalaciones donde se almacenan, producen y distribuyen los alimentos, así como inspeccionar los propios alimentos, incluida la calidad del agua consumida; controlar vectores, plagas y roedores; proponer medidas para evitar y/o reducir los daños ambientales resultantes de las actividades militares; planificar la educación sanitaria de la tropa, con temas relacionados a la protección contra vectores, roedores y animales venenosos, cuidados con el almacenamiento y consumo de alimentos y agua y la importancia de una buena higiene personal.

## 5 CONCLUSIÓN

Se constató que, en algunas enfermedades y en algunas regiones del país, el riesgo de enfermar es mayor en los militares que en la población general, especialmente en relación con las enfermedades vectoriales. Según los datos analizados en este artículo, los principales riesgos biológicos a los que estaban expuestos los militares eran las enfermedades causadas por el chikungunya, el dengue, el zika, la enfermedad de Chagas, la fiebre amarilla, la leishmaniasis tegumentaria, la leishmaniasis visceral, la leptospirosis y la malaria.

La principal hipótesis de este riesgo es la mayor exposición a reservorios y vectores de zoonosis durante el desempeño de sus actividades, especialmente las operativas. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar y profundizar estos resultados.

Entre las limitaciones de la investigación, podemos mencionar las dificultades para obtener datos sobre las enfermedades en la población general, ya que para algunas de ellas



no había información para el año 2018. Además, nos encontramos con una falta de normalización de los elementos o de suministro de información estacional, como en el caso de la sistematización de la fiebre amarilla. También tuvimos que hacer frente a la falta de disponibilidad de datos por categoría de trabajadores, que de otro modo haría más fiable la comparación entre poblaciones, ya que la comparación realizada en este artículo fue entre los militares (población de trabajadores en el grupo de edad de 18 a 60 años) y la población general (grupo de edad de 0 a 90 años). Por último, al realizar una encuesta sobre las afecciones que afectan al personal militar, se verificó que se dispone de datos sobre algunas enfermedades de declaración obligatoria; sin embargo, no fue posible identificar si todos los casos notificados se produjeron en militares en activo, ya que los hospitales militares también atienden a militares de la reserva y a militares dependientes.

El veterinario militar está cualificado para ejercer la función de responsable sanitario en la prevención y control de riesgos biológicos, ya que es un profesional capacitado para esta misión, dado que su formación académica es multidisciplinar, confiriéndole conocimientos de salud humana, animal y medioambiental.

## **AUTORÍA Y COLABORACIONES**

Todos los autores participaron por igual en la elaboración del artículo.

## REFERENCIAS

ANDRADE, M. S. **Epidemiologia da leishmaniose tegumentar americana em centro de treinamento militar na Zona da Mata de Pernambuco, Brasil**. 2004. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Departamento de Saúde Coletiva, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2004. Disponible: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-398490>. Acceso en: 27 mar. 2023.

ANDRADE, M. S. *et al.* Novo surto de leishmaniose tegumentar americana em área de treinamento militar na Zona da Mata norte do Estado de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 42, n. 5. p. 594-596, 2009. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/cx9CS4dDFJ3y6XRw5GfzsrH/abstract/?lang=pt>. Acceso en: 27 mar. 2023.

BIENZ, M.; TOMASZEWSKI, M.; MCDONALD, E. G. Severe pet-transmitted zoonosis in a patient with a compromised immune system. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v. 190, n. 45, p. 1332–1336, 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6232001/>. Acceso en: 27 mar. 2023.

BISELLI, R. *et al.* A historical review of military medical strategies for fighting infectious diseases: from battlefields to global healths. **Biomedicines**, Bethesda, v. 10, n. 8, p. 2050, 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36009598/>. Acceso en: 27 mar. 2023.

BRANDÃO-FILHO, S. P. *et al.* Leishmaniose tegumentar americana em centro de treinamento militar localizado na Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 31, n. 6, p. 575-578, 1998. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/SGdhxZYj5hSfZzGByp475Nj/?lang=pt>. Acceso en: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. **Doenças relacionadas ao trabalho**: manual de procedimentos para os serviços de saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001. Disponible en: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas\\_relacionadas\\_trabalho\\_manual\\_procedimentos.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho_manual_procedimentos.pdf). Acceso en: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Curso Básico de Vigilância Epidemiológica**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. Disponible en: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Curso\\_vigilancia\\_epidemiologia.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Curso_vigilancia_epidemiologia.pdf). Acceso en: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Riscos Biológicos – Guia Técnico: os riscos biológicos no âmbito da Norma Regulamentadora no 32**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho, 2008.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa no 1.631 – Ministério da Defesa, de 27 de junho de 2014**. Institui o Calendário de Vacinação Militar. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2014.

Disponível: [https://mdlegis.defesa.gov.br/norma\\_pdf/?NUM=1631&ANO=2014&SER=A](https://mdlegis.defesa.gov.br/norma_pdf/?NUM=1631&ANO=2014&SER=A). Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria no 206 – Departamento de Educação e Cultura do Exército, de 28 de novembro de 2016**. Nota de Coordenação Doutrinária nº 01/2016-DECEX, o Apoio de Saúde nas Operações da Força Terrestre Componente. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016a. Disponível: [http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006\\_outras\\_publicacoes/07\\_publicacoes\\_diversas/08\\_departamento\\_de\\_educacao\\_e\\_cultura\\_do\\_exercito/port\\_n\\_206\\_dececx\\_28nov2016.html](http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/07_publicacoes_diversas/08_departamento_de_educacao_e_cultura_do_exercito/port_n_206_dececx_28nov2016.html). Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 204, de 17 de fevereiro de 2016**. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016b. Disponível: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2016/prt0204\\_17\\_02\\_2016.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2016/prt0204_17_02_2016.html). Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **Instrução Normativa nº 2/EMCFA, de 10 de agosto de 2017**. Aprova o Manual Apoio de Saúde em Operações Conjuntas – MD42-M-04 (1ª Edição/2017). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2017a. Disponível: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/logistica\\_mobilizacao/md42a\\_ma\\_04a\\_apoioa\\_dea\\_saudea\\_opa\\_cja\\_1a\\_eda\\_2017.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/logistica_mobilizacao/md42a_ma_04a_apoioa_dea_saudea_opa_cja_1a_eda_2017.pdf). Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Emergência epidemiológica de febre amarela no Brasil, no período de dezembro de 2016 a julho de 2017**. Boletim Epidemiológico, v. 48, n. 28. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017b.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria no 131 – Comando de Operações Terrestres, de 8 de novembro de 2018**. Aprova o Manual de Campanha EB70-MC 10.238 Logística Militar Terrestre. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2018a. Disponível: [http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/003\\_manuais\\_carater\\_doutrinario/01\\_manuais\\_de\\_campanha/port\\_n\\_131\\_coter\\_08nov2018.html](http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/003_manuais_carater_doutrinario/01_manuais_de_campanha/port_n_131_coter_08nov2018.html). Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento do período sazonal de febre amarela Brasil – 2017/2018**. Informe n. 3, outubro de 2018. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2018b.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **O Exército em números (Anuário Estatístico do Exército)**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2019a. Disponível: [http://sistemaslegado2.eme.eb.mil.br/anuario-estatistico/home/tabelas\\_por\\_assunto/25](http://sistemaslegado2.eme.eb.mil.br/anuario-estatistico/home/tabelas_por_assunto/25). Acesso em: 11 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento do período sazonal de febre amarela Brasil – 2018/2019**. Informe n. 27, janeiro de 2019. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelos *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 34.** Boletim Epidemiológico, v. 50, n. 22. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019c.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e doença aguda pelo vírus zika até a Semana Epidemiológica 52 de 2018.** Boletim Epidemiológico. v. 50, n. 4. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sala de Apoio à Gestão Estratégica. **gov.br.** Brasília, DF, 2019e. Disponible: <http://sage.saude.gov.br/#>. Acceso en: 11 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z. **gov.br.** Brasília, DF, 2019f. Disponible: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z>. Acceso en: 11 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância em Saúde. Doenças e Agravos de Notificação – De 2007 em diante (Sinan). **gov.br.** Brasília, DF, 2019g. Disponible: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29878153>. Acceso en: 11 set. 2019.

BRAZ, M. B. M. **O dano endotelial, tubular e de glicocálice na lesão renal aguda da leptospirose.** 2014. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

BROWN, J. Emerging Pandemic Threats. **United States Agency for International Development**, Washington, DC, 2013. Disponible: <https://www.usaid.gov/news-information/fact-sheets/emerging-pandemic-threats-program>. Acceso en: 2 set. 2019.

CENTRO ROSA DA FONSECA. Centro Rosa da Fonseca, 2023. Regiões Militares. Disponible: <https://rosadafonseca.org/regioes-militares/>. Acceso en: 10 fev. 2023

CROFT, A. M.; BAKER, D.; VON BERTELE, M. J. An evidence-based vector control strategy for military deployments: the British Army experience. **Médecine Tropicale**, Bordeaux, v. 61, n. 1, p. 91-98, 2001. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11584666/>. Acceso en: 27 mar. 2023.

DAVOUST, B.; MARIÉ, J. L.; BONI, M. Pour une approche préventive des zoonoses : la création d'une cellule de détection précoce des infections animales. **Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine**, Paris, n. 3, v. 192, p. 541-554, 2008. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001407919328110>. Acceso en: 27 mar. 2023.

ANDRADE LIMA, J. R. P. Saúde única e operacionalidade nas missões de paz: o papel estratégico do veterinário militar. **Military Review**, Fort Leavenworth, v. 71, n. 1, p. 29-37, 2016.

DE LORENZI, A. G. **Medicina operativa: perspectivas. Defesa Biológica em situações de conflito e em tempos de paz**. 2014. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2014.

DHIMAN, S. *et al.* Malaria incidence among paramilitary personnel in an endemic area of Tripura. **Indian Journal of Medical Research**, Mumbai, v. 133, n. 6, p. 665-669, 2011. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3135997/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

FRICKMANN, H.; HERCHENRÖDER, O. Chikungunya Virus Infections in Military Deployments in Tropical Settings—A Narrative Minireview. **Viruses**, Bethesda, n. 6, v. 11, p. 550, 2019. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6631184/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

GIBBONS, R. D. *et al.* Dengue and US Military Operations from the Spanish-American War through today. **Emerging Infectious Diseases**, Bethesda, v. 18, n. 4, p. 623-630, 2012. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3309667/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

GUERRA, J. A. O. *et al.* Aspectos clínicos e diagnósticos da leishmaniose tegumentar americana em militares simultaneamente expostos à infecção na Amazônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 36, n. 5, p. 587-590, 2003. Disponível: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-348030>. Acesso em: 27 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População residente enviada ao Tribunal de Contas da União Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2001-2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 20 set. 2019.

IZURIETA, R. O. *et al.* Assessing yellow Fever risk in the Ecuadorian Amazon. **Journal of Global Infectious Diseases**, Bethesda, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2009. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2840941/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

KUNWAR, R.; PRAKASH, R. Dengue outbreak in a large military station: have we learnt any lesson? **Medical Journal Armed Forces India**, Pune, v. 71, n. 1, p. 11-14, 2015. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4297823/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

LEGGAT, P. A. Tropical Diseases of Military Importance: A Centennial Perspective. **Journal of Military and Veterans Health**, Melbourne, v. 18, n. 4, p. 25-31, 2010. Disponível: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.894607197197058>. Acesso em: 27 mar. 2023.

LEGGAT, P. A.; FREAN, J. Health countermeasures for military deployment. **Occupational Health Southern Africa**, Johannesburg, v. 12, n. 2, p. 4-11, 2006. Disponível: <https://researchonline.jcu.edu.au/4163/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

LYNCH, J. H. *et al.* Bites, stings, and rigors: clinical considerations in African operations. **Journal of Special Operations Medicine**, Petersburg, v. 14, n. 4, p. 113-121, 2014. Disponible: <https://prolongedfieldcare.org/wp-content/uploads/2016/02/jsom-2014-this-is-africa-bites-stings-and-rigors-clinical-considerations-in-african-operations.pdf>. Acceso en: 27 mar. 2023.

MACEDO, P. A.; PETERSON, R. K.; DAVIS, R. S. Risk assessments for exposure of deployed military personnel to insecticides and personal protective measures used for disease-vector management. **Journal of Toxicology and Environmental Health A**, London, v. 70, n. 20, p. 1758-1771, 2007. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17885933/>. Acceso en: 27 mar. 2023.

MARASCHIN, M. S.; ESTRELA, S. V. B.; FERREIRA, M. F. A. P. L. Ocorrência atípica de casos de leptospirose no município de Cascavel/PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL ESTADO E POLÍTICAS SOCIAIS NO BRASIL, 2., 2005, Cascavel. **Anais [...]** Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2005.

MARQUES, F. S.; DE ANDRADE LIMA, J. R. P. O veterinário militar como partícipe do processo one health. **Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas à Atividade Militar**, Salvador, v. 6, n. 1, 2016. Disponible: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RICAM/article/view/1190>. Acceso en: 27 mar. 2023.

PAGES, F. *et al.* The past and present threat of vector-borne diseases in deployed troops. **Clinical Microbiology and Infection**, Amsterdam, v. 16, n. 3, 2010. Disponible: [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X\(14\)60825-9/fulltext](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X(14)60825-9/fulltext). Acceso en: 27 mar. 2023.

POSSAMAI, M. H. P. O papel do médico veterinário na educação e formação na vigilância ambiental em saúde. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia**, Lagunilla, n. 1, p. 59-73, 2011. Disponible: <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/1139>. Acceso en: 27 mar. 2023.

WAGNER, M. B.; CALLEGARI-JACQUES, S. M. Medidas de associação em estudos epidemiológicos: risco relativo e odds ratio. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 3, p. 247-251, 1998. Disponible: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/54354>. Acceso en: 27 mar. 2023.

# Factores asociados al tiempo de permanencia en servicio del personal militar que porta Equipos de Protección Individual contra Agentes Nucleares, Biológicos, Químicos y Radiológicos

*Factors associated with time of permanence in activity of military personnel wearing Personal Protective Equipment against Nuclear, Biological, Chemical and Radiological Agents*

**Resumen:** El objetivo de este artículo fue investigar los factores que pueden aumentar o disminuir el tiempo en que los militares pueden permanecer en actividad utilizando Equipos de Protección Personal (EPP), así como brindar asistencia a los tomadores de decisiones a nivel táctico cuyas influencias pueden ser determinantes para el tiempo en el cumplimiento de las diversas misiones de Defensa Nuclear, Biológica, Química y Radiológica (DefNBQR). Este análisis se trata de una revisión de la literatura cuyos artículos revisados presentaron como factores influenciadores en el tiempo de tolerancia, en mayor grado, el estado de hidratación previo a la actividad, el clima, la demanda física de la tarea y el tipo de EPP; y, en menor grado, la condición aeróbica, el sexo, la composición corporal y la aclimatación. También se observó la efectividad de los métodos de enfriamiento extra e intracorpóreo en la prolongación de la permanencia.

**Palabras clave:** Equipo de protección personal; militar; desempeño profesional.

**Abstract:** The objective of the study was to investigate the factors that can increase or decrease the time in which the military can remain in activity using Personal Protective Equipment (PPE) and provide assistance to decision-makers at the tactical level of what influences can be decisive for the time in the field. fulfillment of the different missions of Nuclear, Biological, Chemical and Radiological Defense (DefNBQR). A review of the literature, where the reviewed articles presented as influencing factors in the tolerance time, to a greater degree the state of hydration prior to the activity, the climate, the physical demand of the task and the type of PPE; and to a lesser extent aerobic condition, sex, body composition and acclimatization. The effectiveness of extra and intracorporeal cooling methods in prolonging the length of stay was also observed.

**Keywords:** Personal Protective Equipment; Military Personnel; Work Performance.

**Felipe Kohn Martins**<sup>1,2</sup>   
felipe.kohn@marinha.mil.br

**Maria Elisa Koppke**<sup>1,3</sup>   
maria\_koppke@yahoo.com.br

**Bruno Ferreira Viana**<sup>1,2</sup>   
bferreiraviana@gmail

**Pedro Moreira Tourinho**<sup>1,2</sup>   
edromtourinho@gmail.com

**Ulisses Tirollo Taddei**<sup>1</sup>   
utaddei@gmail.com

**Priscila dos Santos Bunn**<sup>1,2</sup>   
priscilabunn@yahoo.com.br

---

<sup>1</sup>Marinha do Brasil, Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício e Performance. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Comando da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte e do Exercício. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

**Recibido: 31 Oct. 2022**

**Aprobado: 14 mar. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

El uso de Agentes Nucleares, Biológicos, Químicos y Radiológicos (NBQR) se remonta a los inicios de la guerra, como el uso del fuego griego por parte de la Armada bizantina en el siglo VII. Sin embargo, fue a partir de la Primera Guerra Mundial, con el uso del gas cloro, que los elementos químicos comenzaron a utilizarse de forma sistemática como arma de combate. Así, para hacer frente a estas diversas amenazas, la Marina de Brasil (MB) creó, en 2011, el Sistema de Defensa Nuclear, Biológica, Química y Radiológica (SisDefNBQR-MB) (BRASIL, 2011).

Se establecen tres requisitos básicos para hacer frente a las amenazas NBQR: alerta temprana (capacidad de anticiparse a las amenazas), protección (capacidad de protegerse de los efectos nocivos de los agentes) y recuperación (capacidad de mitigar los efectos sufridos por el agente) (BRASIL, 2020). Al abordar el desempeño físico de los militares en combate, con amenazas NBQR, se hace necesario observar el requisito de la protección, buscando disminuir los efectos fisiológicos de los agentes NBQR sobre los militares a través del uso de Equipos de Protección Personal (EPP) (BRASIL, 2020).

Sin embargo, la combinación de prendas de protección corporal con equipos de protección respiratoria reduce la capacidad del combatiente debido al desgaste físico resultante de su uso, además de provocar una reducción de la movilidad (BRASIL, 2020). La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) considera que el uso de EPP genera daños en las funciones fisiológicas, así como provoca otros efectos en el cuerpo humano, lo que puede resultar en un aumento en el tiempo para realizar las tareas y una reducción en la precisión de sus ejecuciones, lo que lleva a la degradación del desempeño (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2004).

La MB adopta la clasificación de EPP para NBQR en cuatro niveles: el nivel A se caracteriza por estar cerrado herméticamente y totalmente encapsulado (incluidos guantes y botas), presenta presión positiva y protección facial completa, además, el suministro de aire respirable se da por el uso de cilindros de aire autónomos o suministro de aire externo, siempre que permita el mantenimiento de una presión positiva; el nivel B requiere el mismo nivel de protección respiratoria que el nivel A, pero un nivel más bajo de protección de la piel; el nivel C es el nivel medio de protección, cuando se requiere menos protección respiratoria y cutánea; finalmente, el nivel D caracterizado por el nivel más bajo de protección y, sin equipo de protección respiratoria (overoles o chaquetas y pantalones químicamente resistentes a salpicaduras parciales, con guantes y botas resistentes y gafas protectoras) (BRASIL, 2020).

Hay cuatro factores principales que se tienen en cuenta al realizar tareas que implican dichos EPP: el tiempo necesario para realizar la tarea, el nivel de protección de la ropa, las condiciones climáticas y la carga de trabajo (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2004). Sin embargo, existía una laguna con respecto a los factores asociados al tiempo vistiendo EPP en actividades NBQR, en especial, aquellos relacionados a las demandas físicas del operador NBQR. Por lo tanto, el objetivo de este artículo fue investigar los principales factores asociados al tiempo en que los militares logran permanecer trabajando con el EPP.

## 2 MÉTODO

Este artículo fue una revisión narrativa de la literatura basada en las recomendaciones de Sanra, con una búsqueda sistemática realizada en febrero de 2021 en las bases científicas



electrónicas: Scopus, National Library of Medicine (Medline) y Web of Science (BAETHGE; GOLDBECK-WOOD; MERTENS et al., 2019). Se definieron como variables independientes los factores asociados al tiempo de utilización de los EPP y la variable dependiente como tiempo de permanencia o tolerancia en actividad utilizando EPP. Los descriptores de búsqueda se obtuvieron de consultas en las bases de datos Health Sciences Descriptors (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH), como se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1 - Descriptores utilizados en la búsqueda en las bases de datos.**

DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2
nuclear, biological, and chemical (NBC) clothing	Work performance
OR	OR
NBC protective clothing	Dehydration
OR	OR
chemical defense clothing	Heat
OR	OR
Protective clothing ensembles	Heat stress
OR	OR
Biological and chemical protective clothing	Water stress
OR	OR
Chemical protective ensemble	Physiological
OR	
Chemical protective mask	
OR	
Chemical protective equipment	
OR	
Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear	
OR	
CBRN	
OR	
Hazmat clothing	
OR	
Hazmat suit	
OR	
CBRN suit	
OR	
Encapsulated clothing	

Fuente: Elaborado por los autores, 2022

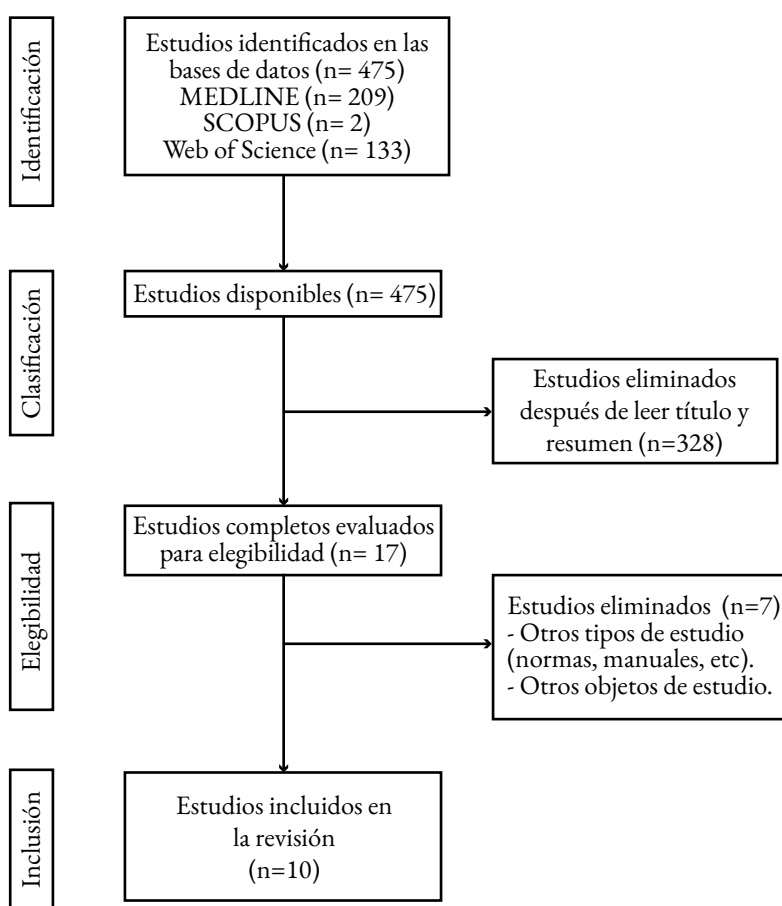
Se analizaron artículos que en su composición investigaron el tiempo de estancia como variable de estudio y se incluyeron artículos que utilizaban EPP desde el nivel C hasta el nivel A de protección NBQR contra el desgaste físico impuesto por los mismos. Con el fin de establecer parámetros comunes para elegibilidad de los artículos, se adoptó una estrategia a partir de análisis cuya población fue de militares y fuerzas de seguridad, que hiciera mención sobre la exposición de los oficiales a la utilización de ropa de protección NBQR en actividad con demanda física y que tuviera como resultado el tiempo de permanencia en actividad. Se incluyeron estudios realizados con población civil con grupo de edad y masa corporal semejantes, debido a los pocos artículos conducidos con militares y agentes de fuerzas de seguridad. Finalmente, para estandarizar la visualización de resultados, quienes utilizaron las

clasificaciones de EPP de la National Fire Protection Association (NFPA) (NFPA) o el Comité para la Estandarización de Productos para el Mercado Común Europeo tuvieron los resultados descritos en este artículo de manera equivalente a la clasificación EPP adoptada en la MB.

### 3 RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda en las bases de datos se presentan en la Figura 1. Se consideraron artículos que analizaron el uso de EPP NBQR, desde el nivel C hasta el nivel A, durante alguna actividad físicamente exigente y que, entre sus observaciones, se encontraba el tiempo de permanencia, es decir, que se computara y analizara el tiempo de permanencia usando la ropa protectora hasta alcanzar algún criterio fisiológico o volitivo establecido para la interrupción de la prueba. A partir de los artículos analizados, fue posible obtener sus características en el Cuadro 2. Las Tablas 1 y 2 muestran los tiempos de tolerancia en minutos según el Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_{2max}$ ), medido en mililitros (mL) sobre Kilo (Kg) por minuto (min) alcanzado durante la actividad NBQR y los EPP utilizados, en diversos estudios.

Figura 1 - Flujograma de búsqueda en la literatura



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

Cuadro 2 - Características de los estudios incluidos en la revisión.

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo de control (min)	
							Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)	Tiempo medio del grupo de control (min)
MALEY <i>et al</i> (2020)	Nivel A	n = 8 hombres Edad: 24,0 ± 4,0 años Estatura: 180,2 ± 7,5 cm; MC: 77,1 ± 6,8 Kg %G: 13,8 ± 5,9 %	Temperatura rectal > 39,0 °C; Frecuencia Cardíaca: ≥ 90% de la máxima medida; Tiempo de trabajo = 120,0 min Fatiga o náuseas.	Utilización únicamente del EPP	Enfriamiento por ropa exterior y/o enfriamiento intracorpóreo	Chaleco de hielo ICEPEAK (P > 0,05)	48,0 (IC 95% = 39,0 a 58,0)	39,0 (IC 95% = 30,0 a 48,0)
						Traje de cuerpo completo BCS-4 (P < 0,001)	62,0 (IC 95% = 53,0 a 70,0)	
						Chaleco refrigerante Kewl-Fit, modelo 6626-PEV (P = 0,018)	46,0 (IC 95% = 36,0 a 56,0)	
						Chaleco de Hielo ICE-PEAK asociado con ingesta previa de frozen (P < 0,001)	56,0 (IC 95% = 46,0 a 67,0)	
BACH <i>et al</i> (2019)	Nivel C	n = 8 hombres Edad: 23,6 ± 3,9 años; Estatura: 180,0 ± 7,0 cm; MC: 75,5 ± 6,4 Kg %G: 13,6 ± 5,2 %	Temperatura rectal > 39,0 °C Frecuencia Cardíaca ≥ 90,0% de la medición máxima; Tiempo de trabajo = 120,0 min Fatiga o náuseas	Utilización únicamente del EPP	Enfriamiento por ropa exterior y/o enfriamiento intracorpóreo	Chaleco de hielo ICEPEAK (p < 0,05)	107,0 ± 16,0	89,0 ± 19,0
						Traje de cuerpo completo BCS-4 (P = 1,00)	93,0 ± 14,0	
						Chaleco refrigerante Kewl-Fit, modelo 6626-PEV (P < 0,05)	109,0 ± 13,0	
						Chaleco de Hielo ICE-PEAK asociado con ingesta previa de frozen (P < 0,005)	110,0 ± 9,0	

continuará

Cuadro 2 – Continuación

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)	Tiempo medio de grupo de control (min)
DENHAR-TOG <i>et al</i> (2017)	Nivel A	n = 40 hombres Edad: 36,7 ± 8,3 años; MC: 84,7 ± 9,5 Kg	Temperatura rectal > 39,0 °C Frecuencia Cardíaca > 90% de la máxima medida; Tiempo de trabajo = 60 min Fatiga o náuseas	Diferentes Uniformes (A-F)	Tipo de Ropa, Clima y Naturalidad de la Tarea	Traje A	55,99	NR
						Traje B*	44,29	
						Traje C	50,98	
						Traje D	56,66	
						Traje E	54,66	
						Traje F**	41,78	
						Clima moderado (24°C, 50% UR, 20°C TBU)	53,92	
						Calor húmedo (32°C, 60% HR, 30°C TBU)	40,44	
						Caliente y seco (45°C, 20% HR, 37°C TBU)#	26,96	

continuará

Cuadro 2 – Continuação

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)	Tiempo medio del grupo de control (min)
JOVANOVI <i>et al</i> (2014a)	Nivel C	n = 10 hombres (militares) Edad: 25,8 ± 2,4 años	Temperatura rectal > 39,5 °C Frecuencia Cardíaca medida > 190,0 lpm Tiempo de trabajo = 45,0 min Fatiga o náuseas	Grupo con EPP sin ropa refrigerante	Enfriamiento por ropa exterior	Grupo con ropa refrigerante	10,0 minutos más en promedio que el grupo control	NR
MCLELLAN <i>et al</i> (2013)	Nivel C	n = 4 hombres Edad: 26,8 ± 4,4 años; Estatura: 177,0 ± 5,0 cm; MC: 77,1 ± 8,9 Kg; % G: 13,8 ± 5,9 %	Temperatura rectal = 40°C; Frecuencia Cardíaca > 95% máxima medida durante 3 minutos; Tiempo de trabajo = 190min; Fatiga o náuseas	Grupo con EPP y camuflado	EPP incorporado en camuflaje y con apertura para refrigeración	Grupo utilizando EPP incorporado en camuflaje y con apertura para refrigeración (Uniforme A) (P < 0,05)	44,3 ± 21,9	33,3 ± 16,1
						Grupo utilizando EPP incorporado en camuflaje y con apertura para refrigeración (Uniforme B) (P < 0,05)	47,0 ± 27,7	
CHEUNG e MCLELLAN (1998a)	Nivel C	n = 8 hombres Edad: 15 a 40 años	Temperatura rectal > 39,3 °C Frecuencia Cardíaca > 95% de la máxima medida durante 3 minutos Tiempo de trabajo = 240,0 min Fatiga o náuseas	Individuos moderadamente entrenados hidratados antes de la aclimatación	Capacidad Aeróbica, Estado de Hidratación y Aclimatación	Individuos moderadamente entrenados hidratados después de la aclimatación (P > 0,05)	101,4 ± 11,4	96,6 ± 19,6
						Individuos moderadamente entrenados hipohidratados antes de la aclimatación (P < 0,05)	78,3 ± 16,9	

continuará

Cuadro 2 – Continuación

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)	Tiempo medio del grupo de control (min)
MCLE-LLAN (1998)	Nivel C	n = 17 mujeres y 13 hombres Edad: 24,0 ± 4,0 años; Estatura: 180,2 ± 7,5 cm; MC: 77,1 ± 6,8 Kg %G: 13,8 ± 5,9 %	Temperatura rectal > 39,3 °C Frecuencia Cardíaca > 95% de la máxima medida durante 3 minutos Tiempo de trabajo = 300,0 min Fatiga o náuseas	Individuos altamente entrenados hidratados antes de la aclimatación	Capacidad Aeróbica, Estado de Hidratación y Aclimatación	Individuos altamente entrenados hidratados después de la aclimatación (P > 0,05)	115,6 ± 18,4	114,5 ± 27,4
						Individuos altamente entrenados hipohidratados antes de la aclimatación (P < 0,05)	100,9 ± 20,4	
				Hombres	Sexo	Mujeres	114,4 ± 17,4 (P < 0,05)	142,9 ± 24,4

continuará

Cuadro 2 – Continuação

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)	Tiempo medio del grupo de control (min)
AOYAGI, <i>et al</i> (1998a)	Nivel B	n = 16 hombres Grupo 1: Edad: $29,0 \pm 2,0$ años; Estatura: $1,79 \pm 0,02$ m; MC: $82,6 \pm 3,3$ Kg; %G: $18,1 \pm 1,5\%$ Grupo 2: Edad: $28,0 \pm 1,0$ años; Estatura: $1,78 \pm 0,01$ m; MC: $83,8 \pm 2,6$ Kg; %G: $19,8 \pm 1,5\%$	Temperatura rectal > $39,3^{\circ}\text{C}$ Frecuencia Cardíaca > 95% de la máxima medida durante 3 minutos Tiempo de trabajo = 150min Fatiga o náuseas	Grupo 2	Aclimatación	Grupo 1 después de la Aclimatación de 6 días	$112,0 \pm 6,0$ (P < 0,05)	$97,0 \pm 4,0$
				Grupo 2	Aclimatación	Grupo 2 después de la Aclimatación de 12 días	$120,0 \pm 10,0$ (P < 0,05)	$108,0 \pm 10,0$
AOYAGI, <i>et al</i> (1998b)	Nivel B	n = 16 hombres Grupo 1: Edad: $25,0 \pm 1,0$ ; Estatura: $1,76 \pm 0,02$ m; MC: $83,6 \pm 3,8$ Kg; Grupo 2: Edad: $31,0 \pm 1,0$ años; Estatura: $1,76 \pm 0,01$ m; MC: $79,3 \pm 4,1$ Kg	Temperatura rectal > $39,3^{\circ}\text{C}$ Frecuencia Cardíaca > 95% de la máxima medida durante 3 minutos Tiempo de trabajo = 120min Fatiga o náuseas	Grupo 2	Aclimatación y capacidad aeróbica	Grupo 1 después de la Aclimatación (P > 0,10)	$49,0 \pm 3,0$	$48,0 \pm 2,0$
				Grupo 2	Aclimatación y capacidad aeróbica	Grupo 2 después de la Aclimatación y Programa de Entrenamiento Aeróbico (P = 0,05 – 0,10)	$52,0 \pm 3,0$	$51,0 \pm 2,0$

continuará

Cuadro 2 – Continuación

Autor	Tipo de Ropa de Protección	Muestra	Condición para finalizar la prueba y contar el tiempo de finalización	Grupo control	Factor investigado (variable independiente)	Exposición	Tiempo medio del grupo expuesto al factor investigado (min)		Tiempo medio del grupo de control (min)
CHEUNG e MCLELLAN (1998b)	Nivel C	n = 8 hombres Edad: $29,3 \pm 6,4$ Estatura: $178,0 \pm 7,0$ cm; MC: $75,6 \pm 9,7$ Kg. %G: $12,4 \pm 2,8\%$ .	Temperatura rectal = $39,3 \pm 0,4$ °C Frecuencia Cardíaca > 95% de la máxima medida durante 3 minutos Tiempo de trabajo	Individuos previamente hidratados con reposición de agua durante el período de trabajo	Estado de hidratación en Ejercicios ligeros	Grupo previamente hidratado sin reposición de agua durante el período de trabajo ( $P > 0,05$ )	93,1 $\pm$ 20,8	87,1 $\pm$ 14,2	
						Grupo previamente hidratado con reposición de agua durante el período de trabajo ( $P > 0,05$ )	106,50 $\pm$ 22,1		
				Individuos previamente hidratados con reposición de agua durante el período de trabajo	Estado de hidratación	Grupo previamente hidratado sin reposición de agua durante el período de trabajo ( $P < 0,05$ )	58,3 $\pm$ 11,1	53,3 $\pm$ 8,9	
						Grupo previamente hidratado con reposición de agua durante el período de trabajo ( $P > 0,05$ )	59,7 $\pm$ 9,5		

Leyenda: n = tamaño de la muestra; Kg = kilogramos; cm = centímetros; EPP = Equipo de protección personal; IC 95 % = intervalo de confianza a 95 %;  $\pm$  = desviación estándar; MB = masa corporal; lpm = latidos por minuto; %G: porcentaje de grasa corporal; \*Reducción significativa en la duración de permanencia con EPP usando ropa B en comparación con A ( $P = 0,002$ ) y E ( $P = 0,04$ ); \*\*Reducción significativa en la duración de permanencia con EPP usando ropa F en comparación con A ( $P = 0,019$ ), D ( $P = 0,014$ ) y E ( $P = 0,0015$ ). # Reducción de la duración de permanencia en climas cálidos y secos en comparación con climas templados y cálidos húmedos ( $P < 0,001$ ); NR = no informado.

Fuente: Elaborado por los autores, 2022



Tabla 1 – VO<sub>2max</sub> y tiempo de tolerancia en EPP Nivel B

VO <sub>2max</sub> (mL.Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )		Tiempo de tolerancia (min)		Autor	EPP
Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar		
45,1	1,5	48,0	2,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1998)	Nivel B
45,7	2,1	49,0	3,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1998)	Nivel B
46,0	1,9	52,0	3,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1998)	Nivel B
46,3	2,3	47,0	2,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1998)	Nivel B
47,2	1,7	120,0	10,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1995)	Nivel B
48,1	1,8	112,0	6,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1995)	Nivel B
48,6	2,1	108,0	10,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1995)	Nivel B
49,5	2,2	97,0	4,0	AOYAGI, MCLELLAN e SHEPHARD (1995)	Nivel B

VO<sub>2max</sub> = consumo de oxígeno máximo; EPP = equipo de protección individual .

Fuente: Elaborado por los autores, 2022

Tabla 2 – VO<sub>2max</sub> y tiempo de tolerancia en minutos en EPP Nivel C

VO <sub>2max</sub> (mL.Kg <sup>-1</sup> . min <sup>-1</sup> )		Tiempo de tolerancia (min)		Autor	EPP
Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar		
46,0	2,9	96,6	19,6	CHEUNG e MCLELLAN (1998a)	Nivel C
48,4	4,9	145,2	26,7	MCLELLAN (1998)	Nivel C
59,8	2,8	114,5	27,4	CHEUNG e MCLELLAN (1998a)	Nivel C
51,6	4,0	89,0	19,0	BACH <i>et al</i> (2019)	Nivel C

VO<sub>2max</sub> = consumo de oxígeno máximo; EPP = equipo de protección individual .

Fuente: Elaborado por los autores (2022)

#### 4 DISCUSIÓN

A partir de los resultados analizados, fue posible relacionar el tiempo en que un militar pudo permanecer operando en un ambiente con la presencia de agentes del NBQR. En el caso, se observaron los factores individuales del combatiente (capacidad aeróbica, el sexo y el estado

de hidratación) y factores externos (clima del ambiente operacional, tipo de trabajo a ser ejecutado y el tipo de EPP necesario a la tarea). Además, también fue posible relacionar este tiempo con factores que pueden ser insertados para prolongar la capacidad militar de permanencia en la acción militar, como métodos de enfriamiento intra y extracorpóreo y aclimatación.

#### 4.1 Capacidad Aeróbica

La capacidad aeróbica es ciertamente un factor preponderante cuando se requiere esfuerzo físico, sin embargo, esta percepción proviene del análisis de actividades en las que el individuo tiene la posibilidad de intercambiar calor con el ambiente, lo que no ocurre cuando se utilizan equipos de protección que pretenden contener el intercambio de fluidos entre la persona y el medio exterior. Así, los estudios analizados buscaron entender si esa premisa también sería válida para ese tipo de actividad.

Al comparar individuos con VO promedio de  $_{2max}$  de  $46.1 \pm 2.9 \text{ mL.Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  con personas con VO promedio de  $_{2max}$  de  $59.8 \pm 2.8 \text{ mL.Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , los investigadores Cheung y McLellan (1998a) señalaron que, además del mayor tiempo de permanencia en actividad utilizando EPP, los individuos tuvieron sus pruebas interrumpidas después de alcanzar el límite ético de temperatura abdominal ( $39,3^\circ\text{C}$ ), además de aquellos que tuvieron la prueba terminada por solicitud propia debido a la percepción de agotamiento.

Aoyagi, McLellan y Shephard. (1998), al observar a las personas que se sometieron a un programa de entrenamiento físico basado en correr en interiores o en cinta rodante en sesiones de 30 a 45 minutos y de tres a cuatro días a la semana durante ocho semanas, alcanzando del 60% al 80% del  $VO_{2mas}$  inicial de cada participante, y que como resultado tuvieron sus  $VO_{2max}$  aumentados de  $39,9 \pm 1,7 \text{ mL.Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  para  $46,3 \pm 2,3 \text{ mL.Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , no constataron un aumento significativo del tiempo de permanencia, sin embargo, se verificó que la temperatura rectal para individuos entrenados se mantuvo menor durante el ejercicio con el EPP, siendo ese un determinante crítico en el tiempo de permanencia. Una posible explicación para este cambio significativo en el tiempo de permanencia de los individuos mejor acondicionados es señalada por la acumulación de sudor en el interior de la ropa y la imposibilidad de intercambio efectivo de calor con la evaporación del sudor, lo que termina superponiendo el efecto del entrenamiento sobre la capacidad aeróbica de los individuos, manteniendo índices de frecuencia cardíaca elevados, lo que resulta ser el factor determinante para la finalización del ejercicio. Ambas pruebas utilizaron como ejercicio caminar en una cinta rodante a 4,8 kilómetros por hora (km/h), variando entre sí en la inclinación adoptada, Aoyagi, McLellan y Shephard (1998) utilizaron una única inclinación del 2%, mientras que Cheung y McLellan (1998b) inclinaciones entre 3 y 7% y, posiblemente, esta variación de inclinaciones y un mayor número de pruebas han llevado a comprobar una pequeña variación en el tiempo de permanencia de los individuos más condicionados en el segundo estudio.

Jovanović *et al.* (2014a) corroboran la importancia de la capacidad aeróbica al desarrollar una prueba con militares y compararlos con los resultados verificados por Nag *et al* (1997). Los datos de Nag *et al* (1997) señalaron que los hombres sometidos a trabajos en los que la temperatura abdominal es de  $39^\circ\text{C}$  logran permanecer en trabajo de 40 a 45 min, mientras que en las pruebas de Jovanović *et al.* (2014a) una cantidad mínima de militares tuvo la prueba finalizada antes de los 45 minutos, estableciendo una relación con la regularidad en que los militares estudiados realizan actividades físicas extenuantes relacionadas a la profesión.

Aunque es bien conocido que una mejor capacidad aeróbica promueve beneficios para la realización de actividades con demanda física (NINDL *et al.*, 2017), la evidencia sobre cómo los índices fisiológicos aeróbicos se relacionan con la duración de la estancia es aún escasa, por lo que requiere mayor investigación.

#### 4.2 Sexo

Ante la limitación de los análisis que investigaban las diferencias entre sexos al usar ropa de protección NBQR, se destaca el estudio de McLellan (1998), que encontró una desventaja termorreguladora para las mujeres, lo que influiría en la reducción del tiempo de estancia para el sexo femenino. Sin embargo, como la ventaja térmica que presentan los hombres estaría basada en la cantidad de sudor que pueden producir y, en consecuencia, presentar una mayor eficiencia reguladora, el uso de EPP para aislar la evaporación podría compensar tales diferencias, dando lugar a una capacidad de almacenamiento de calor similar entre hombres y mujeres. Por lo tanto, este artículo hizo una división por similitud del porcentaje de grasa asociado con el  $VO_{2max}$  y, con esta división, los tiempos de tolerancia se volvieron similares independientemente del sexo de los participantes.

Por lo tanto, aunque el sexo puede influir debido a las diferencias en la composición corporal general entre las medias femeninas y masculinas, cuando se trata de un ejercicio en el que no hay compensación de calor frente a los EPP, dichas diferencias se minimizan. De esa forma, prevaleciendo así aspectos referentes a la composición corporal y capacidad aeróbica para la variación en el tiempo de permanencia, hombres y mujeres con índices similares de porcentaje de grasa y  $VO_{2max}$  parecen tener tiempos de tolerancia similares.

#### 4.3 Estado de hidratación

McLellan (1998); Jovanović *et al.* (2014a); e Aoyagi, McLellan y Shephard (1998) observaron el aumento de la tasa de sudor cuando en actividad utilizando EPP NBQR, lo que posibilita inferir que hay de hecho un aumento de la deshidratación durante ese tipo de actividad. Unido a esto, debido a la necesidad de aislar, principalmente, las vías respiratorias del medio ambiente, el consumo de agua durante la operación en un ambiente contaminado es extremadamente difícil, teniendo así al operador NBQR como únicas oportunidades de hidratación en los momentos previos al inicio del trabajo y durante las pausas de descanso en un área descontaminada.

A partir de esto, Cheung y McLellan (1998a) observaron que el estado de hipohidratación al inicio de la actividad aumentó significativamente los efectos del estrés por calor, incluso en individuos aclimatados. Del mismo modo, aquellos que tenían un estado de hidratación normal al comienzo del ejercicio tenían la capacidad de mantenerse activos con EPP más tiempo que los hipohidratados, independientemente de los beneficios de la aclimatación y la condición aeróbica. Por lo tanto, es importante que al iniciar las operaciones, los individuos se encuentren en buenas condiciones de hidratación. También es posible considerar si la hidratación durante la ejecución de la tarea trae consigo alguna ganancia efectiva en el tiempo de tolerancia, ya que

según otro estudio de Cheung y McLellan (1998b) sí existe esta correlación cuando se da durante la práctica de ejercicios ligeros con EPP, sin embargo no hay un efecto determinante en el alargamiento del tiempo de permanencia cuando esta hidratación durante la actividad se produce al realizar trabajos de alta intensidad. Esta investigación corroboró, por lo tanto, con la evidencia de que el nivel de hidratación anterior al inicio del ejercicio afecta el tiempo de operación.

Así, se destaca también la importancia de la hidratación durante los periodos de descanso, para que el militar pueda volver a la actividad con el nivel de hidratación necesario para no ver reducido su tiempo de tolerancia ante el proceso de hipohidratación. Sin embargo, aunque de forma menos evidente, es importante evitar la hiperhidratación durante el descanso. Rubenstein *et al.* (2017) al analizar una variedad de individuos, vistiendo EPP nivel A, en diferentes climas y realizando diversas actividades, concluyeron que durante los periodos de descanso después de 60 minutos de actividad, la hidratación con 0,7 litros (L) de agua rehidrata de forma segura al 90% de los operadores y evita el riesgo de hipo e hiperhidratación para los próximos ciclos de trabajo. Vale la pena mencionar que este estudio también encontró que la rehidratación excesiva (1,5 L en cada ciclo de descanso alternando con un ciclo de trabajo de 60 min) aumenta el riesgo de hiperhidratación a un 39% a partir del tercer ciclo de trabajo/descanso en adelante.

#### 4.4 Clima del entorno operativo y tipo de trabajo a realizar

DenHartog *et al.* (2017) analizaron diferentes cargas de trabajo aliadas a las condiciones climáticas sobre el tiempo de tolerancia. Considerando tres climas e intensidades de trabajo (climas moderado, cálido y húmedo y cálido y seco; y trabajo – 127 W.m<sup>-2</sup>, 205 W.m<sup>-2</sup> e 314 W.m<sup>-2</sup>).

Teniendo en cuenta que la carga de trabajo aumenta cuando hay uso de EPP NBQR (Dorman; Havenith, 2009), es posible predecir una relación inversamente proporcional entre la carga de trabajo y el tiempo de permanencia. De tal forma que el estudio de DenHartog *et al.* (2017) mostró una fuerte relación entre la carga de trabajo y el tiempo de tolerancia, en proporción inversa.

Finalmente, vale la pena confirmar la relación de que a mayor temperatura de la región, menor tiempo de trabajo. En relación a la humedad del aire, se supone que no habrá una influencia directa en el tiempo en virtud del bajo o ningún intercambio de fluidos entre el individuo y el ambiente, sin embargo la falta de literatura acerca de esa relación específica no permite la confirmación de esa suposición. Así, dentro de un mismo clima, el tiempo de permanencia se presenta, según DenHartog *et al.* (2017) inversamente proporcional a la demanda de trabajo.

Sin embargo, como consecuencia de algunas limitaciones del artículo de DenHartog *et al.* (2017), la edad apareció como otro posible factor influyente de la duración de la permanencia. La relación edad/tiempo de tolerancia se verificó estadísticamente, mostrando una relación mínima de variación directamente proporcional, es decir, las personas mayores aguantarían más tiempo en operación. Sin embargo, debido a que dicha investigación se realizó con bomberos profesionales, se puede discutir si las personas con más experiencia operando con EPP a lo largo de los años han desarrollado alguna adaptación fisiológica para soportar una mayor cantidad de tiempo en condiciones de estrés térmico no compensado.

#### 4.5 Tipo de EPP utilizado

Las Fuerzas Armadas, cuando tienen la necesidad de emplear los niveles C y B de protección, utilizan el sistema de capas, o sea, al ser detectada alguna amenaza NBQR, la ropa de protección, normalmente de carbón activado, se usa por encima del uniforme de combate. A partir de esta concepción, McLellan *et al.* (2013) compararon el actual sistema de capas a un uniforme de combate con capacidad de filtrar agentes NBQR y que presenta aberturas para ventilación (Protective Assault Uniform), siendo necesario solamente el cierre de esas aberturas cuando de la detección de amenaza NBQR para la efectiva protección del combatiente. Al comparar estos dos sistemas de protección, fue evidente que el uso continuo en actividad de un uniforme de combate único y que posibilite rápida transición de una condición normal a una condición de protección NBQR aumenta significativamente el tiempo en operación de los militares en un entorno contaminado usando el EPP. De esta forma, aunque el militar permanezca a lo largo de toda la operación con un uniforme de menor intercambio gaseoso con su entorno, las partes abiertas del uniforme permiten un intercambio de calor con el ambiente y hay un beneficio significativo cuando el militar necesita protección NBQR. Aunque esa ventaja existe, en Brasil esa tecnología militar aún no está disponible y, tratándose de un estudio con militares canadienses, difícilmente sería aplicable ese tipo de EPP en operaciones de nuestras Fuerzas Armadas.

El uso de ropa de protección de nivel A en las fuerzas armadas es similar al uso por los cuerpos de bomberos y empresas de la industria química, con mayor disponibilidad comercial. DenHartog *et al.* (2017) investigaron si existen diferencias considerables entre diversas ropas de nivel A disponibles en el mercado, con el tiempo de tolerancia. La única diferencia observada se dio con un traje en relación a los demás en clima moderadamente cálido, cuyas diferencias significativas con este traje son una doble capa de protección química (contra una capa de las otras) y su capa exterior reflectante aluminizada. Esta ropa tenía un tiempo de permanencia reducido, como lo señalaron DenHartog *et al.* (2017), lo que podría deberse a que sus dos capas aumentan el estrés térmico y/o por tratarse de un clima medio, la capa de aluminio impedía el intercambio de calor de la ropa al ambiente. En un ambiente cálido, esta ropa no mostró diferencias significativas con respecto a las demás, en este caso indicando la eficacia en la reflexión del calor por la capa aluminizada.

Las ropas reflectantes suelen ser empleadas en servicios en que haya incendios aliados a la liberación de agentes NBQR, y es más orientada a la utilización de bomberos. Sin embargo, cuando se trata de las fuerzas armadas, queda latente la necesidad de verificar la importancia de la cantidad de capas protectoras en los trajes de nivel A, considerando que una ropa multicapa tenderá a disminuir el tiempo de permanencia de los militares en operación.

Por último, Xu *et al.* (2019) observaron que es posible todavía el perfeccionamiento de las propiedades térmicas de los tejidos utilizados actualmente en EPP militares a fin de reducir el estrés térmico y conseguir aumentar el tiempo de permanencia, pero aún así esas ventajas dependen del clima del ambiente en que se desarrollan las operaciones.

#### 4.6 Métodos de enfriamiento

La elevación de la temperatura corporal es un factor intrínseco al ejercicio y que se hace aún más evidente cuando el intercambio de calor con el ambiente es reducido por el EPP.

Por lo tanto, la refrigeración del cuerpo puede presentarse como una buena alternativa para reducir los efectos del estrés térmico derivado de las operaciones con amenaza NBQR. Bach *et al.* (2019) y Maley *et al.* (2020) investigaron tres vestimentas gaseosas y una vestimenta asociada a la ingestión de *frozen* por los sujetos 30 minutos antes del inicio del ejercicio. El primer estudio utilizando EPP nivel C y el segundo EPP nivel A, con una discordancia entre la eficiencia de dos trajes en relación al tiempo de permanencia en el EPP. Mientras que el chaleco con hielo mostró una mejora significativa durante las pruebas con el nivel C de EPP, no se observó el mismo resultado en la prueba con el nivel A de EPP; en cambio, la prenda de cuerpo completo con perfusión de agua mostró una mejora en el tiempo de permanencia solo al utilizar la prenda de nivel A.

Para discutir esta diferencia, es importante señalar que el chaleco de hielo se diferencia de la prenda de cuerpo completo con respecto al área de superficie corporal cubierta, el área de contacto efectivo con el cuerpo, la temperatura de almacenamiento y el estado físico del método de enfriamiento. Las ropas de nivel A, al encapsular al individuo, aislándolo de cualquier intercambio gaseoso con el ambiente, respiración limitada por el caudal de la válvula de aire acoplada al cilindro y cantidad de aire respirable restringida por la capacidad del cilindro, tienen como regla un tiempo menor de permanencia en relación a la ropa de nivel C.

Por tanto, para este traje, la prenda de perfusión de agua favorece que la superficie de intercambio de calor entre el fluido y el cuerpo sea mayor, debido a que su fluido pasa a través de unos pequeños conductos por toda la superficie corporal, siendo más eficaz a la hora de mantener todo el cuerpo refrigerado en poco tiempo. Al analizar el uso del nivel C, los tiempos promedio de permanencia en relación al nivel A son mucho mayores, dando tiempo a que todo el fluido tenga su temperatura elevada y balanceada con la alta temperatura del cuerpo, haciendo que el individuo pierda por ende el beneficio de enfriamiento externo. Sin embargo, al analizar el chaleco de hielo (almacenado a  $-18^{\circ}\text{C}$ ), aunque solo se refrigere el torso, el tiempo que pasará el chaleco absorbiendo el calor de la persona hasta alcanzar el equilibrio térmico será mucho mayor que el del traje con agua, beneficiándose así al utilizar EPP de nivel C. A pesar de estas diferencias, no se puede decir que, de alguna manera, cierta ropa refrigerante no sea adecuada, pero estas características deben tenerse en cuenta cuando sea necesario utilizar refrigeración con diferentes niveles de EPP.

El método que demostró un mayor aumento del tiempo de tolerancia en ambos estudios fue la combinación del chaleco refrigerante con la ingestión de *frozen* en una proporción de  $7,5 \text{ g.Kg}^{-1}$  a  $-2^{\circ}\text{C}$  (2,2% de carbohidratos), siendo ingeridos  $1,25 \text{ g.Kg}^{-1}$  cada cinco minutos, 30 minutos antes del inicio del ejercicio. Jovanović *et al.* (2014b) señalaron, al estudiar vestimentas refrigerantes para EPP de las Fuerzas Armadas serbias, que el uso de estos implementos que enfrían el área del torso hace que la temperatura abdominal aumente más lentamente y que la temperatura promedio de la piel sea significativamente menor. Por lo tanto, su uso debajo de la ropa de protección NQBR mejora la estabilidad fisiológica de los militares, contribuyendo a la confianza y eficiencia en las misiones militares contra las amenazas NBQR.

Al analizar la realidad militar nacional, se resalta que la ingestión de *frozen* se puede realizar con facilidad, ya que se dispone en el mercado de máquinas para la producción de este tipo de alimentos o incluso utilizando medios improvisados para su producción, manteniendo la proporción hielo/peso indicada en los estudios. En cuanto a la ropa refrigerante, aunque no es habitual su uso en misiones NBQR en la Infantería de Marina, el Batallón de Ingenieros de la Infantería

de Marina dispone actualmente de ropa refrigerante de perfusión de agua para realizar misiones de desactivación de artefactos explosivos con el uso del traje antibomba (EOD -9), siendo, por lo tanto, adaptable a su uso con EPP NBQR.

#### 4.7 Aclimatación

Operar con EPP para agentes NBQR requiere trabajar a temperaturas superiores a la media, por lo que vale la pena observar la influencia de la aclimatación al calor por parte de los individuos y si existe una relación con el tiempo de tolerancia. Tres estudios observaron la relación entre aclimatación y tiempo de permanencia, conforme a los protocolos de aclimatación especificados en los resultados.

Aoyagi, McLellan y Shephard (1995) constataron un significativo aumento del tiempo de tolerancia en los individuos aclimatados, contrariamente a su propio trabajo (1998) que indicó no haber variación del tiempo de permanencia para individuos aclimatados, así como Cheung y McLellan (1998a). Analizando estas diferentes perspectivas, el estudio de Cheung y McLellan (1998a) promovió la rehidratación de los sujetos estudiados en intervalos continuos, por lo tanto, tal hidratación continua puede haber superado el efecto beneficioso de la aclimatación. Comparando los dos artículos de Aoyagi, McLellan y Shephard, queda claro que la aclimatación ayuda a reducir los efectos fisiológicos causados por el estrés térmico en virtud del uso de EPP. Sin embargo, todavía hay ciertas dudas en cuanto al impacto directo en el tiempo de permanencia, ya que, en sus conclusiones, Aoyagi, McLellan y Shephard (1998) verificaron que, cuanto mayor el esfuerzo requerido en el ejercicio, menor el efecto de la aclimatación en la prolongación del tiempo de tolerancia. Posiblemente, esta disminución se deba a la mayor tasa de sudoración en ejercicios de alta intensidad sin intercambio de calor con el ambiente, haciendo que el aumento de temperatura en el microclima dentro del EPP sea lo suficientemente alto como para eliminar las diferencias fisiológicas entre individuos aclimatados y no aclimatados. Otras investigaciones señalan ventajas de la aclimatación en situaciones de actividades que resultan en estrés térmico, ayudando en la reducción de la frecuencia cardíaca, del consumo de oxígeno, de la percepción de esfuerzo y de la sensación térmica (Thake *et al.*, 2009)

Entonces, se puede suponer que el tiempo de aclimatación de los protocolos de los estudios no habrían sido suficientes para una adaptación fisiológica que efectivamente promoviera la aclimatación necesaria, sin embargo Aoyagi, McLellan y Shephard (1995) observaron que no hubo diferencias fisiológicas significativas entre los grupos estudiados, con aclimataciones de seis y 12 días, ya que las adaptaciones al calor ocurrieron en los primeros días.

Por lo tanto, se necesitarían más análisis para confirmar la efectividad real de la aclimatación al calor para extender la duración de la permanencia, a pesar de los beneficios ya probados. Para la realidad de las fuerzas armadas, es posible establecer protocolos de aclimatación sencillos, similares a los señalados en estudios para mejorar el desempeño de militares cuando se dispone de suficiente tiempo, previo a una misión específica de defensa NBQR.

## 5 CONCLUSIÓN

De todos los datos analizados, es posible concluir que se deben tener en cuenta varios factores importantes cuando es necesario el uso de EPP NBQR, algunos más relacionados con el

tiempo dedicado a la actividad (capacidad aeróbica, sexo, estado de hidratación, clima del ambiente operativo y tipo de actividad realizada) y otros que prolongan el tiempo de tolerancia indirectamente al actuar sobre la adaptación fisiológica del individuo y su percepción del esfuerzo (refrigeración y aclimatación intra y extracorpórea). De esta forma, se hace necesario destacar el estado de hidratación inicial del individuo como condición básica para el desarrollo de las tareas, una vez que un estado deshidratado reducirá de forma significativa su permanencia en el trabajo, sugiriéndose ingestas de 0,7 L de agua a cada ciclo de 60 minutos de trabajo.

El tipo de tarea y el tipo de EPP también aparecen como factores que influirán en el tiempo de trabajo, ya que cuanto mayor sea la intensidad del trabajo y menor sea la permeabilidad del EPP a la transferencia de calor entre el individuo y el entorno, menor será la influencia de otros factores, ya que los niveles de sudor y su no evaporación harán que los tiempos de permanencia se reduzcan drásticamente, independientemente de otros factores fisiológicos y perceptuales. Aliado a estos dos factores está el ambiente operacional, que, a medida que aumenta la temperatura, reduce la capacidad de permanecer activo, sin embargo, sin tener una gran influencia de la humedad en vista del raro intercambio de fluidos entre ambiente e individuo.

Los métodos de refrigeración, ya sea con la ayuda de ropa refrigerada o mediante la ingestión de *frozen* se mostraron efectivos en la reducción del estrés térmico y consecuente extensión del tiempo de permanencia en actividad con EPP, siendo así una herramienta eficaz para aumentar el tiempo de trabajo de los especialistas en actividad, y, por lo tanto, bastante importante para tareas que exijan largos tiempos de exposición a agentes NBQR.

Finalmente, el sexo no parece influir en el tiempo de uso de EPP. Aunque de forma incipiente, se puede considerar que los individuos con mejor acondicionamiento aeróbico y con menor porcentaje de grasa presentaron mejor rendimiento con EPP y mayores períodos de permanencia, lo que puede optimizarse si se da la aclimatación en caso de actividades realizadas en altas temperaturas.



## REFERENCIAS

AOYAGI, Y.; MCLELLAN, T. M.; SHEPHARD, R. J. Effects of 6 versus 12 days of heat acclimation on heat tolerance in lightly exercising men wearing protective clothing. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Bethesda, v. 71, n. 2–3, p. 187–196, 1995. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7588688/>. Acesso en: 28 mar. 2023.

AOYAGI, Y.; MCLELLAN, T. M.; SHEPHARD, R. J. Effects of endurance training and heat acclimation on psychological strain in exercising men wearing protective clothing. **Ergonomics**, Bethesda, v. 41, n. 3, p. 328–357, 1998. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9520629/>. Acesso en: 28 mar. 2023.

BACH, A. J. E. *et al.* An Evaluation of Personal Cooling Systems for Reducing Thermal Strain Whilst Working in Chemical/Biological Protective Clothing. **Frontiers in Physiology**, Bethesda, v. 10, n. 424, p. 1–11, 2019. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6474400/>. Acesso en: 28 mar. 2023.

BAETHGE, C.; GOLDBECK-WOOD, S.; MERTENS, S. SANRA —a scale for the quality assessment of narrative review articles. **Research Integrity and Peer Review**, London, v. 4, n. 1, p. 2–8, 2019. Disponível: <https://researchintegrityjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41073-019-0064-8>. Acesso en: 28 mar. 2023.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Portaria n. 83, de 5 de maio de 2011**. Implanta o Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da MB (SisDefNBQR-MB), e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2011.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2017.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Manual de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020.

CHEUNG, S. S.; MCLELLAN, T. M. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 84, n. 5, p. 1731–1739, 1998a. Disponível: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1998.84.5.1731>. Acesso en: 28 mar. 2023.

CHEUNG, S. S.; MCLELLAN, T. M. Influence of hydration status and fluid replacement on heat tolerance while wearing NBC protective clothing. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Bethesda, v. 77, n. 1–2, p. 139–148, 1998b. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9459534/>. Acesso en: 28 mar. 2023.

DENHARTOG, E. A. *et al.* Variability in Heat Strain in Fully Encapsulated Impermeable Suits in Different Climates and at Different Work Loads. **Annals of Work Exposures and Health**, Oxford, v. 61, n. 2, p. 248–259, 2017. Disponible: <https://academic.oup.com/annweh/article/61/2/248/2765107>. Acceso en: 28 mar. 2023.

DORMAN, L. E.; HAVENITH, G. The effects of protective clothing on energy consumption during different activities. **European Journal of Applied Physiology**, Oklahoma, v. 105, n. 3, p. 463–470, 2009. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-008-0924-2>. Acceso en: 28 mar. 2023.

JOVANOVIĆ, D. *et al.* Physiological tolerance to uncompensated heat stress in soldiers: effects of various types of body cooling systems. **Military-Medical and Pharmaceutical Review**, Bethesda, v. 71, n. 3, p. 259–264, 2014a. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/261368600\\_Physiological\\_tolerance\\_to\\_uncompensated\\_heat\\_stress\\_in\\_soldiers\\_Effects\\_of\\_various\\_types\\_of\\_body\\_cooling\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/261368600_Physiological_tolerance_to_uncompensated_heat_stress_in_soldiers_Effects_of_various_types_of_body_cooling_systems). Acceso en: 28 mar. 2023.

JOVANOVIĆ, D. *et al.* Physiological tolerance to uncompensated heat stress in soldiers: effects of various types of body cooling systems. **Vojnosanitetski Pregled**, Belgrad, v. 71, n. 3, p. 259–264, 2014b. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24697012/>. Acceso en: 28 mar. 2023.

MALEY, M. J. *et al.* Extending work tolerance time in the heat in protective ensembles with pre-and per-cooling methods. **Applied Ergonomics**, Amsterdam, v. 85, p. 1-6, 2020. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687018306379?via%3Dihub>. Acceso en: 28 mar. 2023.

MCLELLAN, T. M. Sex-related differences in thermoregulatory responses while wearing protective clothing. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Oklahoma, v. 78, n. 1, p. 28–37, 1998. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210050383>. Acceso en: 28 mar. 2023.

MCLELLAN, T. M.; BOSCARINO, C.; DUNCAN, E. J. S. Physiological strain of next generation combat uniforms with chemical and biological protection: importance of clothing vents. **Ergonomics**, London, v. 56, n. 2, p. 327–337, 2013. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139.2012.746738>. Acceso en: 28 mar. 2023.

NAG, P.K. *et al.* Human heat tolerance in simulated environment. *Indian J Med Res*, v. 105, p. 226-234, 1997. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9183079/>. Acceso en: 04 de abr. de 2023.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. Individual protection equipment on individual and unit performance. **GlobalSpec**, New York, 2004. Disponible: <https://standards.globalspec.com/std/14362438/ATP-65>. Acceso en: 5 mar. 2023.

NINDL, B. *et al.* Executive Summary From the National Strength and Conditioning Association's Second Blue Ribbon Panel on Military Physical Readiness: Military Physical Performance Testing. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Bethesda, v. 29, n. 11, p. 216-220, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26506191/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

RUBENSTEIN, C. D. *et al.* Fluid replacement advice during work in fully encapsulated impermeable chemical protective suits. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, London, v. 14, n. 6, p. 448-455, 2017. Disponível: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2017.1296230>. Acesso em: 28 mar. 2023.

THAKE, C. D. *et al.* The effect of heat acclimation on thermal strain during Explosives Ordnance Disposal (EOD) related activity in moderate and hot conditions. **In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ERGONOMICS**, 13., 2009, Boston. **Conference** [...] Boston, 2009. Disponível: <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/the-effect-of-heat-acclimation-on-thermal-strain-during-explosive-3>. Acesso em: 28 mar. 2023.

XU, X. *et al.* Heat strain in chemical protective ensembles: Effects of fabric thermal properties. **Journal of Thermal Biology**, Amsterdam, v. 86, p. 1-7, 2019. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030645651930381X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 mar. 2023.



# Aceptabilidad y consumo: estudio sobre la percepción de las raciones operativas del Ejército Brasileño en el ambiente operativo de la selva

*Acceptability and consumption: a study on the perception of the operational rations of the Brazilian Army in the operational environment of jungle*

**Resumen:** La aceptabilidad y el consumo de raciones operativas son objeto de estudios en varias fuerzas armadas del mundo debido a la frecuente historia de bajo consumo. Dentro de este ámbito, este artículo buscó identificar, de forma inédita, la percepción del personal militar sobre los menús en el ambiente operacional de la selva, región estratégica para la defensa nacional, a través de la asociación de datos obtenidos por cuestionario electrónico e instrumento cualitativo de grupos focales. Los resultados mostraron la percepción de alta tecnología, pero destacaron las oportunidades de mejora en términos de monotonía, perfil nutricional y bienestar en el consumo. Los grupos de discusión destacaron las demandas de adaptaciones nutricionales y mayor variedad de menús. Se observó que una fracción de los menús presenta consumo inferior al 75% del volumen ofrecido, indicando la necesidad de reformulaciones, a fin de mitigar el bajo consumo y los impactos en la operatividad. Así, se sugiere la realización de nuevos estudios, proporcionando oportunidades para el desarrollo de productos mejor adaptados al ambiente estratégico de la selva.

**Palabras clave:** grupo de discusión; perfil nutricional; monotonía; variedad.

**Abstract:** Acceptability and consumption of operational rations are objects of study in several world armed forces, due to the frequent history of underconsumption. In this scope, the present work sought to identify, in an unprecedented way, the perception of military personnel about the menus in the operational environment of the jungle, a strategic region for national defense, through the association of data obtained through an electronic questionnaire and a qualitative instrument of focus groups. The results showed the perception of high technology, but showed opportunities for improvement in terms of monotony, nutritional profile and well-being in consumption. The focus groups emphasized demands for nutritional adaptations and increased menu variety. It was observed that a fraction of the menus present consumption lower than 75% of the volume offered, indicating the need for reformulations, aiming to mitigate underconsumption and impacts on operability. Therefore, it is suggested that complementary studies be carried out, providing opportunities for the development of products that are more adapted to the strategic environment of the jungle.

**Keywords:** focus group; nutritional profile; monotony; variety.

**Vitor Luiz Farias de Abreu** 

Universidade Federal Fluminense.  
Faculdade de Veterinária. Departamento de  
Tecnologia de Alimentos.  
Niterói, RJ, Brasil.  
Exército Brasileiro. Comando da  
12ª Região Militar.  
Manaus, AM, Brasil.  
vitorvet.mv@gmail.com

**Sabrina Sauthier Monteiro** 

Universidade Federal de Santa Maria  
(UFSM), Colégio Politécnico.  
Santa Maria, RS, Brasil.  
sabrinasauthier@hotmail.com

**Wanessa Pires da Silva** 

Universidade Federal Fluminense.  
Faculdade de Veterinária. Departamento de  
Tecnologia de Alimentos.  
Niterói, RJ, Brasil.  
wanessapires@id.uff.br

**Erick Almeida Esmerino** 

Universidade Federal Fluminense.  
Faculdade de Veterinária. Departamento de  
Tecnologia de Alimentos.  
Niterói, RJ, Brasil.  
Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia do Rio de Janeiro,  
Departamento de Alimentos.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
erick.almeida@hotmail.com

**Recibido: 30 out. 2022**

**Aprobado: 14 mar. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

## 1 INTRODUCCIÓN

El trabajo militar exige un alto gasto de energía durante entrenamientos variados, como el trabajo en zonas fronterizas; misiones de ingeniería; acciones coordinadas con organismos gubernamentales; protección de refugiados; entre otros. Para ello, la adecuación de las fuentes de alimentación, incluidas las raciones operativas, representa una de las condiciones más importantes para el mantenimiento de la salud física y mental de estos profesionales (BOTELHO *et al.*, 2014).

Con la publicación del Manual de Alimentación de las Fuerzas Armadas, a través del Decreto nº 219/MD, de 12 de febrero de 2010, las Fuerzas Armadas pasan a tener, de acuerdo con directrices estandarizadas, acceso a una alimentación segura y equilibrada, adecuada a las diferentes situaciones operacionales inherentes a la vida militar, y es considerada, a partir de entonces, una cuestión de seguridad por la Comisión de Alimentación de las Fuerzas Armadas (BRASIL, 2010; SILVA, 2015).

Las actividades realizadas diariamente en el ejercicio del servicio militar dependen estrechamente de la condición física, social y mental, de ahí la importancia del factor alimentario, no solo en relación con la satisfacción al comer, sino también en relación con las condiciones de preparación de los alimentos producidos dentro de las normas de seguridad alimentaria. Es importante destacar el contexto económico en el que se encuentra Brasil, en el que la economía es esencial para la supervivencia del país y la búsqueda de menores costes logísticos responde a los deseos de la sociedad brasileña (SILVA, 2015).

Las fuerzas militares operan a menudo lejos de las bases de abastecimiento y deben estar preparadas para operar en entornos extremos, que pueden ir desde lugares mucho fríos y de baja presión, frío a gran altitud o condiciones selváticas. El formato de los alimentos y la composición nutricional también deben variar para satisfacer las necesidades específicas de los militares y sus actividades en estos entornos, preservando la calidad alimentaria y nutricional (STANLEY; FORBES-EWAN; MCLAUGHLIN, 2019).

Cuando estos soldados realizan misiones o entrenamientos en entornos hostiles, como el bioma selvático, su gasto energético puede aumentar, lo que puede afectar al rendimiento de las tropas. Por lo tanto, para garantizar un buen rendimiento en estas actividades es necesario disponer de una dieta con una demanda energética suficiente para satisfacer las diferentes necesidades nutricionales basales y el estrés psicológico adicional (BOTELHO *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2019; MILLET *et al.*, 2021).

Por lo tanto, la determinación de las necesidades energéticas se basa en factores intrínsecos, como el estado físico del combatiente, y extrínsecos, como los distintos tipos de maniobra o los factores ambientales. Las exigentes misiones militares suelen implicar actividades que conllevan falta de sueño y largos periodos de alerta. Por ello, proporcionar una nutrición adecuada es extremadamente relevante para mitigar los factores estresantes y favorecer el rendimiento físico, cognitivo e inmunológico (TASSONE; BAKER, 2017).

En este contexto, Brasil tiene un territorio continental, que abarca diferentes regiones geográficas y ambientes de operación, desde la pampa del extremo sur hasta el bioma de la región amazónica, caracterizado por un alto agotamiento de electrolitos y una demanda de alimentos mejor digestibles.

Es importante destacar que las diferentes Fuerzas Armadas brasileñas tienen autonomía para definir sus demandas técnicas de empleo, desarrollando los productos más adecuados a sus objetivos estratégicos.

Así, la ración operativa de combate (R2) del Ejército Brasileño fue elaborada para mantener a un militar en operaciones durante un período de 24 horas, y se compone de un conjunto de alimentos básicos principales (comidas termo-procesadas en paquetes de *retort pouch*, almuerzo y cena), alimentos complementarios (harina de yuca, café, leche chocolatada, azúcar, repuesto hidroelectrolítico y snacks, entre otros) y accesorios para cocinar, como hornillos y cubiertos, que se suministran cuando es imposible montar una cocina de campaña, y deben ser bien aceptados por la tropa asistida (BRASIL, 2022).

La preocupación por la aceptabilidad no es reciente y no solo está relacionada con el desarrollo de nuevas tecnologías alimentarias. Científicamente, comenzó durante la Segunda Guerra Mundial, cuando las dietas equilibradas elaboradas por nutricionistas no eran muy bien aceptadas por los soldados. En este contexto, las fuerzas armadas estadounidenses empezaron a financiar estudios destinados a mejorar la calidad sensorial de las comidas ofrecidas al ejército (MINIM, 2006).

Cuando los militares dejan de consumir eficazmente sus demandas nutricionales y calóricas, impactos como la pérdida de peso y de nutrientes básicos pueden interferir en su salud y mantenimiento en la actividad, constituyéndose en una vulnerabilidad para el desarrollo de una operación (AHMED *et al.*, 2019). Los datos históricos y experimentales existentes indican que la disminución del rendimiento físico comienza en los individuos cuando se pierde el 10% o más del peso inicial (THARION *et al.*, 2004).

Así, la investigación debe desarrollarse continuamente para trazar un mapa de los alimentos que mejor respondan a las exigencias de un militar que, en teoría, está sometido a condiciones extremas de estrés, buscando en la alimentación una forma de consuelo que puede proporcionarse con la ayuda de una comida segura y agradable al paladar, reforzando el papel reconstituyente de los alimentos. También en este ámbito, cuando los componentes de la ración operativa no se consumen en su totalidad, se produce un despilfarro financiero, ya que los productos tienen un alto valor añadido y su compra resulta cara para el Gobierno.

Por lo tanto, se denota la importancia de investigar el perfil de consumo de raciones operativas en el ambiente de la selva amazónica, región estratégica nacional con aproximadamente 22 mil militares sometidos a diferentes perfiles operacionales con alto consumo de raciones operativas. Debido a la inexistencia de estudios en esta área, la metodología comprendió la aplicación de la recolección electrónica de datos conjugada a la técnica cualitativa del grupo focal, permitiendo complementariamente la libre expresión de las opiniones de los militares y traduciendo así confianza en los resultados obtenidos.

Se eligió la técnica de grupo focal por ser una de las principales herramientas cualitativas utilizadas para desarrollar las fases preliminares de una investigación, fundamentándose en dinámicas de grupo cuyo objetivo es estimular la discusión a través del intercambio de opiniones entre los participantes, permitiendo abordar diferentes temas e ideas (WRIGHT, 2015; ELDESOUKY; MESÍAS, 2014; ESMERINO, 2017).

De esta manera, este artículo pretende identificar la percepción de los militares sobre los menús en el ambiente operacional de la selva, con la ayuda de la asociación de datos obtenidos por cuestionario electrónico e instrumento cualitativo de grupos focales, investigando las impresiones generales, el consumo y la aceptabilidad, y luego, abrir brechas para proponer estudios dirigidos a posibles reformulaciones de los menús de las raciones operativas existentes en busca de una alimentación más adaptada a las exigencias de las actividades y operaciones desplegadas en el bioma amazónico.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Participantes

Este artículo fue realizado entre los meses de julio y septiembre de 2020, en una Organización Militar del Ejército Brasileño localizada en la región Amazónica, teniendo como criterio de participación: ser militares de carrera y haber completado el Curso de Operaciones en la Selva (COS - *Curso de Operações na Selva*). El grupo total de participantes estaba compuesto por 162 militares, con edades comprendidas entre 24 y 32 años, todos hombres, con una edad media de 27 años. En cuanto al nivel de estudios, el 66% tenía un nivel de estudios medio, mientras que el 34% tenía un nivel de estudios superior; en relación con los rangos y grados, el 62% eran pelotones y el 38% oficiales. La mayoría de los participantes (59%) procedían de la región Sudeste y los demás, respectivamente, del Sur (19%), Nordeste (14%) y Norte (8%). No hubo participantes de la región del Centro-Oeste.

La investigación fue aprobada por el Comité de Ética e Investigación de la UFAM (Universidad Federal de Amazonas) con el número CAAE 53496121.1.0000.5020.

### 2.2 Investigación en línea (*Online Survey*)

Tras la autorización del Mando de Organización Militar, se elaboró un cuestionario electrónico que se envió a través de la plataforma *Google Forms* a los participantes, con el fin de analizar tópicos en tres temas fundamentales:

(i) impresiones generales sobre los menús en la selva, con respuestas en una Escala Likert graduada en nueve puntos (1- muy en desacuerdo; 9 - muy de acuerdo) (DALMORO; VIEIRA, 2017). Se analizaron las variables del Cuadro 1.

(ii) aceptabilidad de los alimentos del menú, con respuestas en una escala hedónica también graduada en nueve puntos (1- me disgusta extremadamente; 9 - me gusta extremadamente), presentada a los encuestados en un diseño de bloques completos equilibrados (DALMORO; VIEIRA, 2017).

(iii) consumo de los platos del menú, con respuestas en cinco opciones (0%, 25%, 50%, 75 y 100%), que representa la proyección aproximada de ingestión de cada menú, según el formulario elaborado por el ejército estadounidense en el *Natick Center Soldier Center* (FOX; WENKAM; HIRSCH, 1988) y los países aliados de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2019).



**Cuadro 1 - Variables investigadas sobre las impresiones generales de los soldados del Ejército Brasileño sobre los menús disponibles en el ambiente selvático**

<b>Cuestión</b>	<b>Descripción</b>
1. Los menús existentes en el Ejército brasileño están adaptados al entorno selvático.	Los impactos fisiológicos y nutricionales, que interfieren en el rendimiento y la operatividad, pueden variar en función de los diferentes perfiles de consumo, según cada región donde se realice la ingesta.
2. Las opciones de menú son suficientes para las operaciones en la selva.	Los militares deben dar sus impresiones sobre la cantidad de menús ofrecidos durante las operaciones.
3. Puedo consumir las opciones del menú en operaciones más largas en la selva sin que me provoque sensación de monotonía.	El aspecto de la monotonía está relacionado con el impacto de la repetición de menús en situaciones de consumo prolongado.
4. Percibo una sensación de bienestar al consumir menús en el entorno de la selva.	La sensación de bienestar está estrechamente relacionada con el placer de consumir, así como con las repercusiones en la moral de las tropas.

Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

### 2.3 Grupo Focal

Se organizaron cuatro grupos focales a los que asistieron diez militares en cada sesión, con un total de 40 participantes. Los militares participantes en los grupos focales se seleccionaron a partir de una muestra aleatoria y no probabilística de conveniencia, en función del interés y la disponibilidad para participar en el estudio. La edad oscilaba entre los 24 y los 31 años, con una media de 26 años. El 72% tenía un nivel educativo medio y el 28% un nivel educativo superior. La mayoría (60%) eran soldados y el 40% oficiales.

El moderador estableció el número total de sesiones una vez alcanzado el punto de saturación. La saturación de datos se alcanza cuando hay información para replicar el estudio (FUSCH; NESS, 2015), es decir, cuando ya no es posible obtener nueva información adicional (GUEST; BUNCE; JOHNSON, 2006). Cada sesión tuvo una duración media de una hora, supervisada por un moderador y un asistente. Así, las impresiones más significativas se recogieron sobre atributos generales como el paquete, la variedad y los componentes del menú, la facilidad de preparación, la saciedad, la digestibilidad, el bienestar, la eliminación de residuos y la calidad, siguiendo un guion de preguntas preestablecido, como se muestra en el Cuadro 2, pero desarrollado en la medida en que fue necesario. Se instruyó a los soldados que no había ideas correctas o incorrectas y se les animó a expresar libremente sus opiniones (ELDESOUKY; MESÍAS, 2014).

Las sesiones se grabaron en audio tras obtener el permiso de los participantes y se llevaron a cabo en una sala adecuada, libre de distracciones externas. Los datos fueron analizados por el investigador principal, tras la transcripción de los audios, en función de los temas abordados.

Cuadro 2 – Áreas temáticas y comentarios verbales de los participantes en los Grupos Focales

Temas/Preguntas	Comentarios Verbales
<b>1. ¿Son satisfactorias la calidad y la cantidad de los menús de las raciones operativas?</b>	<p>“Creo que la cantidad de menús es buena, pero podrían ser un poco más sabrosos” (29 años, GF* I);</p> <p>“Hay poca variedad en los menús ofrecidos” (25 años, GF III);</p> <p>“Lo considero un producto seguro y de buena calidad tecnológica” (24 años, GF II).</p>
<b>2. ¿Considera que los menús son adecuados para todos los entornos operativos? ¿Desde las bajas temperaturas de la sierra hasta las condiciones climáticas de la selva?</b>	<p>“Los menús de la región amazónica podrían tener proteínas con mayor digestibilidad, facilitando las operaciones en la selva, por ejemplo, pescado” (29 años, GF I);</p> <p>“Experimento más dificultades digestivas en ambientes cálidos y húmedos, con mucho malestar intestinal, interfiriendo negativamente en la operatividad” (31 años, GF III);</p> <p>“Los menús son muy sabrosos, creo que perfectamente adaptados” (28 años, GF II).</p>
<b>4. En caso de consumo prolongado, ¿seguiría siendo atractiva la comida, es decir, existe una percepción de fatiga por la monotonía de los menús?</b>	<p>“No veo problema en ampliar el consumo, ya que veo buena calidad en general” (28 años s, GF I);</p> <p>“Cuando podemos, tomamos suplementos, como patatas chips, barritas de cereales e incluso leche condensada, para mejorar el consumo” (27 años, GF IV).</p>
<b>5. ¿Se han consumido totalmente los componentes?</b>	<p>“Algunos productos tienen buen sabor, como el <i>stroganoff</i> de pollo, y son bien consumidos por la mayoría; el arroz, por ejemplo, es seco, insípido y se desperdicia mucho” (28 años, GF II);</p> <p>“Abro el paquete general y selecciono solo los artículos que me interesan” (27 años, GF IV);</p> <p>“No creo que consuma el 100% en todos los contenidos, solo los que más me gustan” (30 años, GF I).</p>
<b>6. ¿Se siente placer, se reduce el estrés y se socializa? ¿Genera bienestar?</b>	<p>“Algunos artículos, como el <i>stroganoff</i> de pollo y de carne de vacuno, generan una buena sensación de bienestar y saciedad” (24 años, GF IV);</p> <p>“Acabo repitiendo los artículos más sabrosos, me parece bien” (26 años, GF II);</p> <p>“Los artículos con más carbohidratos, más azucarados, también nos dan mucho placer, pero algunos productos pueden mejorar, como el arroz, que es seco” (29 años, GF III);</p>
<b>7. ¿Cuál es la consideración sobre un posible desarrollo del paquete de proteínas, y de energía?</b>	<p>“Sería sensacional disponer de una alternativa para ayudar en situaciones de fatiga” (24 años, GF III);</p> <p>“Esa sería una buena opción; siempre que puedo, llevo BCAA y carbogel” (27 años, GF IV);</p> <p>“Creo que se mejoraría la operatividad, incluso con productos que contienen cafeína” (25 años, GF I).</p>
<b>8. ¿Se tiene la impresión de estar saciado por la comida? En el intervalo propuesto, para cada etapa de la alimentación, ¿existe sensación de saciedad?</b>	<p>“Sí, por ejemplo, los <i>stroganoff</i> son muy buenos” (31 años, GF I);</p> <p>“Tengo mucha hambre entre el desayuno y la comida” (24 años, GF III);</p> <p>“El desayuno es demasiado temprano, y productos como la galleta no son suficientes hasta el almuerzo” (25 años, GF IV).</p>
<b>9. ¿Quiere proponer cambios en los menús? ¿Cuáles?</b>	<p>“Incluir más asados, pasta y pizza” (25 años, GF II);</p> <p>“Aumentar la cantidad de repositorios hidroelectrolíticos” (28 años, GF III);</p> <p>“Incluir más fibra en la dieta, hay demasiado estreñimiento y mala digestibilidad” (29 años, GF IV);</p> <p>“Me gustaría tener más productos de pescado y pollo” (28 años, GF I);</p>

continuará

Cuadro 2 – Continuación

Temas/Preguntas	Comentarios Verbales
<b>10. ¿El paquete tiene un volumen adecuado y es fácil de manejar? ¿Una persona cansada y agotada acepta correctamente las instrucciones?</b>	“Los paquetes son fáciles de manejar, pero el volumen dificulta” (27 años, GF I); “Abrimos los paquetes antes y elegimos las dietas, no cogemos lo que no se va a consumir para reducir el peso y el volumen” (28 años, GF IV); “Las instrucciones y el manejo son fáciles de seguir” (24 años, GF III); “Empaquetar al vacío ayudaría mucho a reducir el volumen” (30 años, GF I).
<b>11. ¿Considera que los embalajes son adecuados desde el punto de vista medioambiental?</b>	“No, pero creo que es un tema importante” (28 años, GF III); “Los paquetes podrían ser biodegradables, causando menos impacto ambiental” (28 años, GF I).
<b>12. ¿Puede inferir beneficios de la investigación en este ámbito?</b>	“Sí, porque considero esencial que se escuche a los consumidores finales” (28 años, GF III); “Es muy importante mejorar la calidad y variedad de los menús” (27 años, GF II); “No es necesario regionalizar los menús. Una simple optimización puede resultar ventajosa, como la sustitución de productos poco consumidos” (25 años, GF I).

OBS: \*Grupo Focal

Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

## 2.4 Análisis de datos

Las respuestas analizadas de los cuestionarios sobre impresiones generales y aceptabilidad se basaron en la interpretación descriptiva y la frecuencia, con el apoyo de los softwares *The R Project for Statistical Computing*. Se identificó un eje central de respuestas, mediano, categorizado por la neutralidad. Los resultados restantes se posicionaron según el sesgo de aceptabilidad positiva o negativa. La interpretación de los datos a partir de la representación gráfica permite evaluar el grado de intensidad de las respuestas, positivas o negativas.

Las respuestas sobre el consumo se interpretaron mediante el análisis de frecuencias, con el apoyo del programa Microsoft Excel, para facilitar la consolidación y la interpretación objetiva de los datos sobre el consumo en el entorno operativo selvático. Los resultados se expresaron en dos grandes grupos: el primero, con un consumo superior o igual al 75%; el segundo, con un consumo inferior al 75% (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010).

En cuanto a los grupos focales, los datos recogidos, debido a la naturaleza cualitativa de la investigación, no se sometieron a tratamientos estadísticos específicos, solo a una organización temática de ideas que buscan la expresión objetiva de las impresiones de un determinado grupo sobre el tema objeto de análisis (VIEIRA *et al.*, 2013).

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

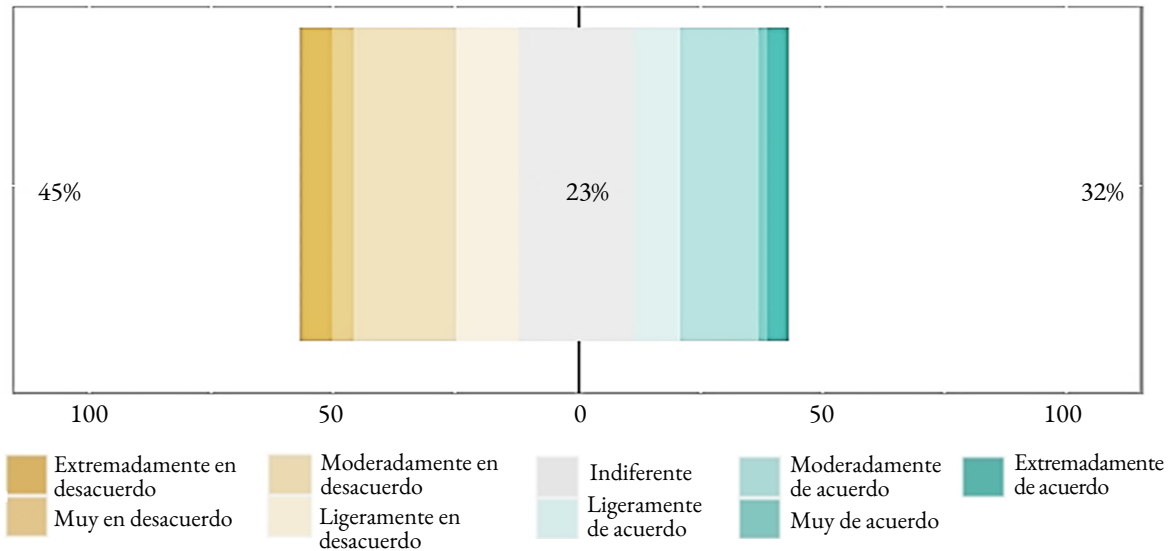
### 3.1 Cuestionario en línea

#### 3.1.1 Adaptación de los Menús al Entorno Selvático

Sobre la adaptación de los menús al ambiente selvático, caracterizado, sobre todo, por las altas temperaturas y la alta humedad, el 45% de los participantes considera que éstos no están adaptados,

y el 32% los considera adecuados al ambiente selvático, sin embargo, existe un rango de neutralidad de aproximadamente el 23% de los participantes, como se expresa en la Figura 1. Así, se observa que casi la mitad del contingente encuestado considera este punto como un punto sensible para la alimentación de los militares en misión en este tipo de entorno.

**Figura 1 - Adaptación de los menús de raciones operativas al entorno selvático**



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

Cabe destacar que el ambiente cálido y húmedo de la selva ya exige un perfil nutricional con proteínas mejor digeribles, reduciendo los efectos postprandiales de la ingestión, ya que los militares no tienen un período de descanso preestablecido, o sea, están siempre en condiciones de atención plena. Buscando la adaptación nutricional, las raciones empleadas en climas cálidos y húmedos deben propugnar las siguientes adaptaciones: proporcionar energía adicional y contener componentes menos susceptibles a la degradación por el calor; enfatizar los carbohidratos complejos, con proteínas adecuadas y grasas moderadas; y proporcionar mezclas adicionales de bebidas secas para aumentar la ingesta de líquidos y ayudar a reducir el riesgo de deshidratación debido a la sudoración excesiva y la consiguiente pérdida de fluidos corporales (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2019).

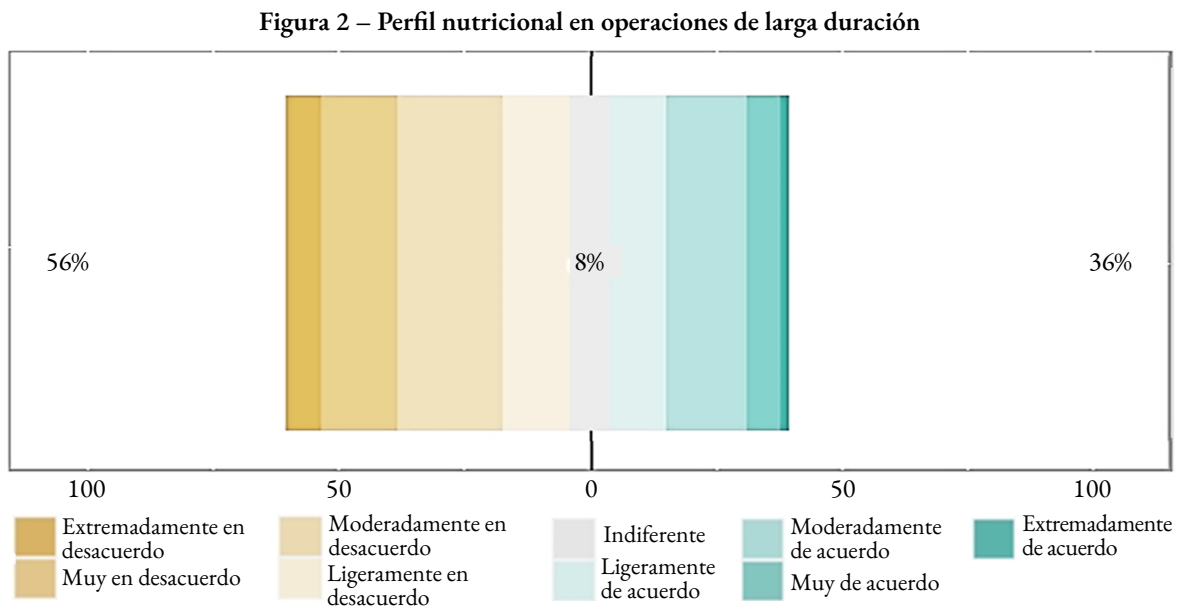
Como consecuencia de la escasa adaptación al entorno, puede observarse un posible bajo consumo que repercute en las puntuaciones corporales y cognitivas. Según el *US Military Nutrition Research Committee*, una pérdida gradual de peso corporal de entre el 3% y el 10% durante un entrenamiento militar de tres a 30 días de duración es poco probable que afecte al rendimiento, sin embargo, una pérdida rápida del 6,2% de peso en un periodo de una semana determinará los peores resultados cognitivos incluyendo más tensión, depresión, rabia, fatiga y confusión (TASSONE; BAKER, 2017).

Es importante destacar que la reducción de la ingesta en el menú es probablemente el resultado final de una combinación de factores que incluyen la supresión del apetito y la palatabi-

lidad/variedad de los alimentos suministrados, y se agrava en situaciones de estrés extremo, como en el bioma amazónico (FALLOWFIELD *et al.*, 2014; JOHNSON *et al.*, 2018). En este sentido, se requieren mejoras para proporcionar más estímulos para la ingestión, como mayor variedad de alimentos, mejor palatabilidad y digestibilidad.

### 3.1.2 Perfil Nutricional en Operaciones de Larga Duración en el Entorno Selvático

Se constató que, para el 56% de los soldados, las raciones no aportaban la energía, proteínas, macro y micronutrientes necesarios para una actividad más duradera, lo que repercutía en la operatividad de la actividad, con posibles consecuencias directas en el rendimiento individual, como se muestra en la Figura 2:



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

Sin embargo, es importante mencionar un aspecto relevante: la doctrina actual sobre alimentación no prevé el uso de raciones durante un periodo superior a tres días. Los menús actuales se recomiendan doctrinalmente para mantener la salud y la salud corporal en condiciones operativas hasta, y solo, durante tres días de misiones; desde las actividades de preparación, como los diversos entrenamientos destinados a formar al combatiente, hasta las situaciones reales de empleo, como las misiones de paz o las operaciones en entornos hostiles, como la selva amazónica (BRASIL, 2022).

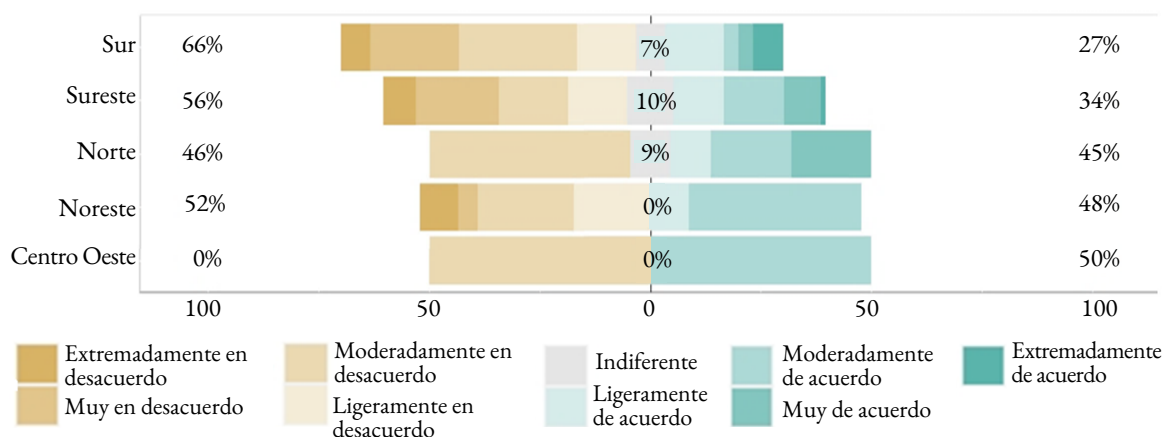
La pertinencia de destacar el hecho de que el plazo fue definido por el Decreto nº 721, de 30 de diciembre de 1999, citando únicamente aspectos de monotonía y sin base técnica o fisiológica, elaborada hace más de 20 años en un contexto logístico y operativo diferente del actual (BRASIL, 1999).

Es importante destacar que las misiones militares tienen un tiempo de empleo muy impreciso y variable, con tendencia a prolongar los intervalos de las operaciones. A modo de ejemplo, en la Organización del Tratado del Atlántico Norte (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010), las recomendaciones nutricionales permiten que la ración de combate se utilice exclusivamente durante un máximo de 30 días, puede haber emergencias en las que el personal militar tenga que subsistir con la ración durante más tiempo hasta que se le puedan suministrar alimentos frescos.

En el ejército de Estados Unidos, la política alimentaria militar permite a los combatientes consumir tres comidas de raciones operativas durante un máximo de 21 días consecutivos como única fuente de sustento (MCCLUNG *et al.*, 2020).

Aun así, el 36% de los militares considera que las raciones actuales pueden abastecer al combatiente en las operaciones más prolongadas, manteniendo la puntuación corporal y el aporte adecuado de nutrientes, es decir, garantizando el equilibrio macro y micronutricional necesario para su mantenimiento homeostático. Para analizar el perfil de este grupo poblacional, también se evaluaron las respuestas según la región de origen de cada militar, buscando impresiones por región geográfica. Figura 3:

**Figura 3 – Perfil nutricional en operaciones prolongadas x región militar**



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

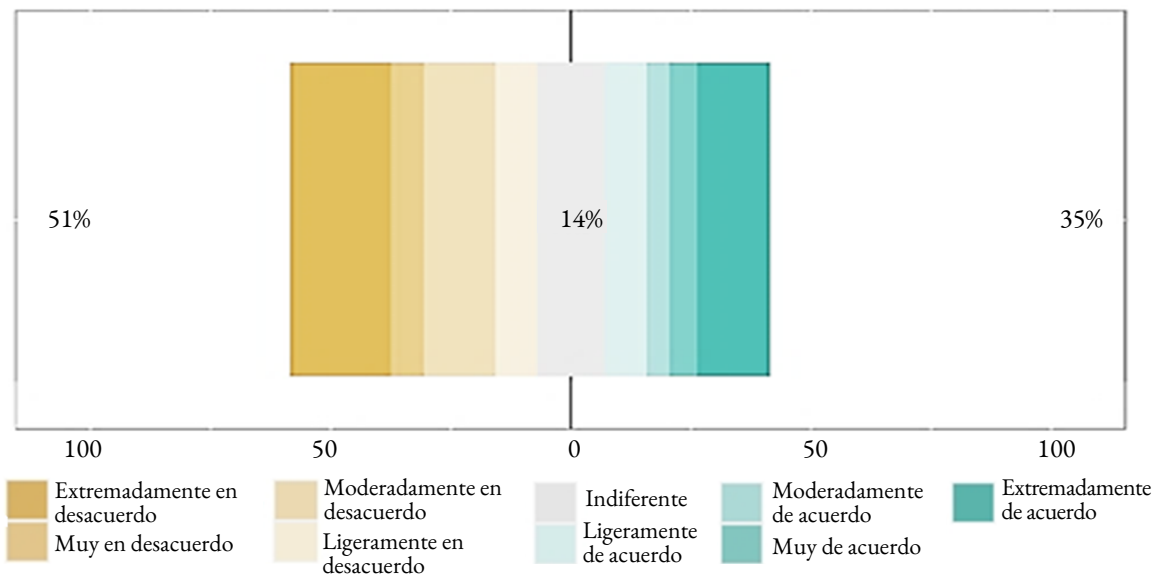
Los militares de las regiones Sudeste y Sur tienen un perfil de consumo más exigente, en el que el 66% y el 56%, respectivamente, consideran que los menús son adecuados para trabajos más largos. Estas características pueden estar en consonancia con el perfil del Producto Interno Bruto (PIB) de estas regiones, primera y segunda de Brasil respectivamente, lo que lleva a una mayor diversidad de productos y, por tanto, a la formación de un perfil de consumidor más selectivo (RESENDE; MAGALHÃES, 2013). En cuanto a los participantes de las regiones Norte y Noreste, el 52% y el 46%, respectivamente, consideraron que los menús no eran adecuados. No hubo participantes de la región Centro-Oeste.

### 3.1.3 Monotonía de los Menús en el Entorno Operativo Selvático

Los alimentos termoprocesados y esterilizados en autoclave constituyen la base de las comidas de las raciones operativas (almuerzo y cena) y se empaquetan en embalajes laminados flexibles de larga duración (*retort pouch*), sin necesidad de refrigeración, representados por *stroganoff* de pollo, *stroganoff* de carne de vacuno, carne picada en salsa, carne en salsa *gulasch*, costillas de vacuno con yuca, *feijoada*, carne molida con patatas, frijoles con salchicha de cerdo, arroz con frijoles y carne. La harina de yuca, que no se somete a tratamiento térmico, también se incluyó en este análisis porque forma parte de las opciones del menú.

Se observó que el 51% de los militares consideraban los menús monótonos, con poca variedad, no satisfaciendo las demandas individuales en posibles situaciones de operaciones más largas, lo que infiere un preocupante impacto negativo en el consumo por los aspectos de pérdida de atractivo y del cansancio alimentario. Tal cuadro puede interferir en el desempeño individual por el bajo consumo de nutrientes que mitigarían el desgaste físico y psicológico del combatiente (AHMED, 2019). Cabe destacar que el 35% consideró satisfactoria la cantidad de menús, con un 14% de rango neutro, formando un perfil de equilibrio, según la Figura 4:

Figura 4 – Menús monótonos en un entorno selvático



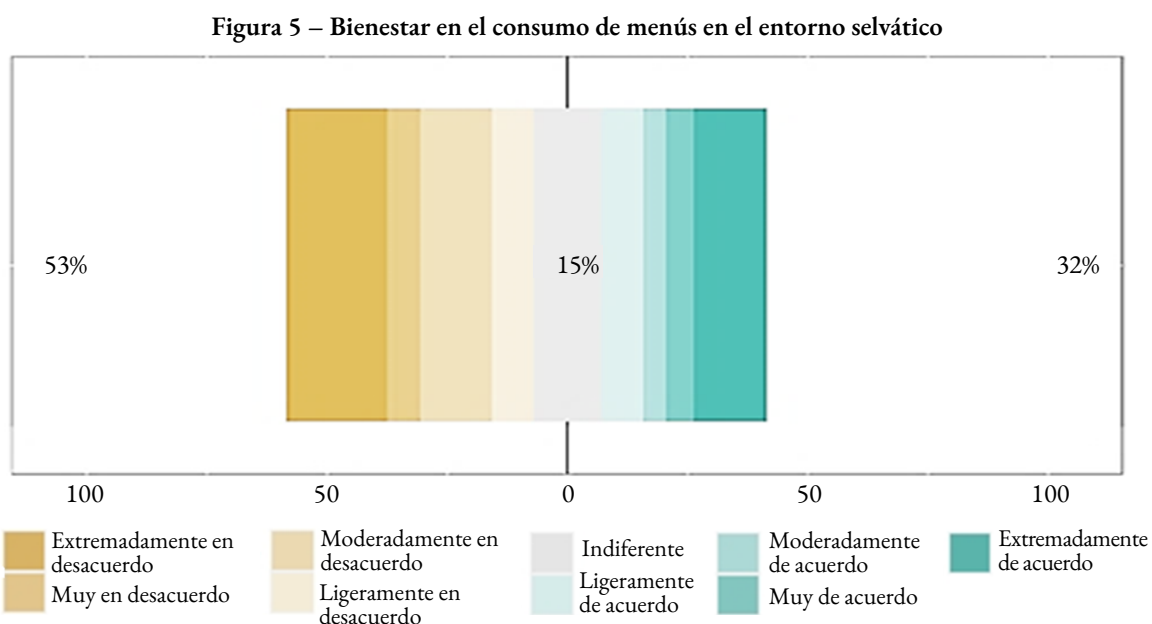
Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

La monotonía puede estar directamente relacionada con el número de menús existentes, sin embargo, la consolidación de un número mayor y en sistema de alternancia podría ayudar a mejorar esta cuestión. A modo de ejemplo, entre los países de la coalición de la OTAN, las opciones de menú varían entre dos unidades (República Checa) y 24 ítems (Estados Unidos), incluyendo las comidas principales, dado el requisito general de proporcionar una dieta variada a los combatientes que estimule su consumo (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010).

Crawford (2020) señaló en un estudio sobre las raciones canadienses que el aburrimiento es preocupante y se refiere a la inevitable monotonía de comer lo mismo durante un periodo prolongado. Los problemas logísticos y de recursos dificultan la rotación ilimitada de los elementos del menú, pero mantener una variedad razonable de los mismos es importante para reducir la monotonía y la fatiga del menú. Para evitar el aburrimiento, el Ejército canadiense mantiene actualmente una rotación de aproximadamente 20 menús principales diferentes al año, lo que puede ser una estrategia plausible de ejecutar a escala nacional.

### 3.1.4 Bienestar en el entorno operativo selvático

Como se representa en la Figura 5, para el 53% de los militares, los menús de raciones no proporcionan bienestar, es decir, no proporcionan esa sensación de placer en el consumo, además de cierto confort psicológico. Solo el 32% percibe efectos positivos de bienestar derivados de la alimentación. En las operaciones, la comida debe funcionar como un elemento que eleve la moral del combatiente y reduzca el estrés, un factor muy común en las actividades militares.



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

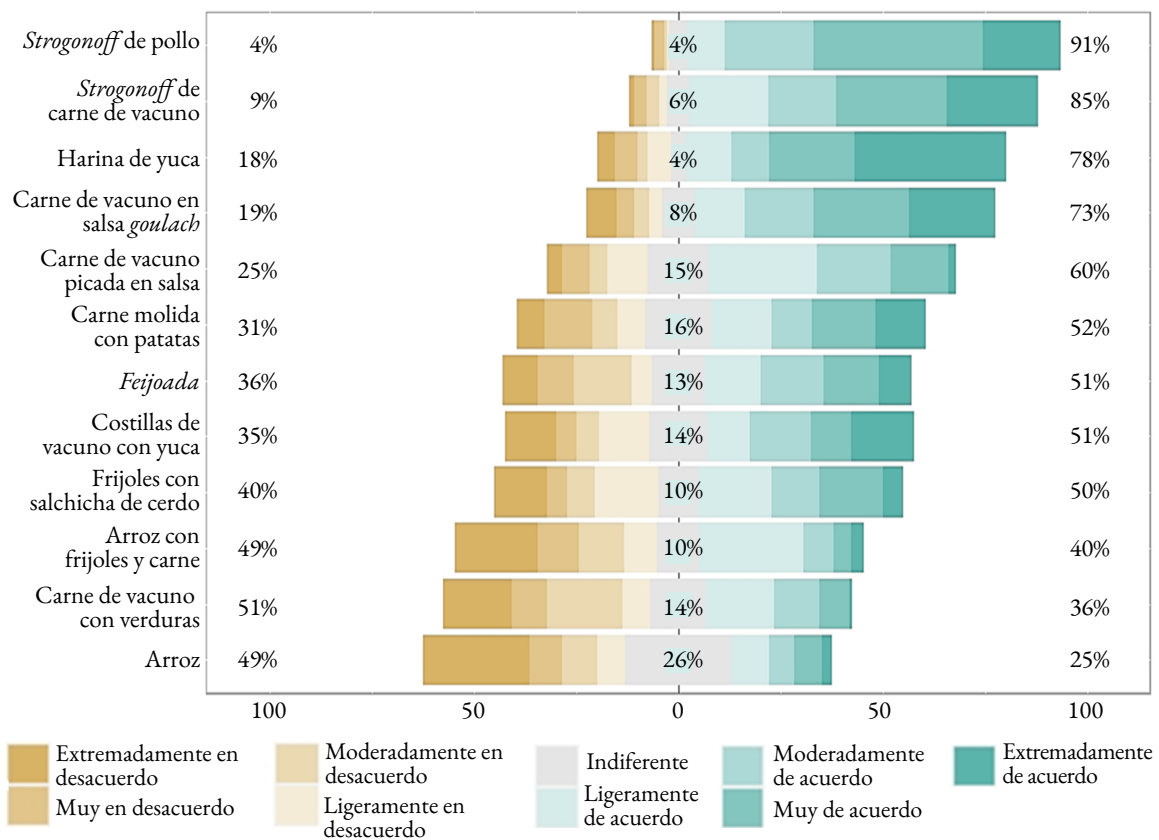
Existen pocas variables para mitigar el estrés operativo, a veces configurado por acciones exhaustivas con pocas horas de descanso y en lugares inadecuados. Una dieta que proporcione comodidad y bienestar puede mitigar el estrés individual, repercutiendo positivamente en el rendimiento. Así, los alimentos, además de su función principal de apoyo nutricional y fisiológico, deben proporcionar la sensación de bienestar y placer en su ingestión, especialmente en operaciones militares reales (SPENCE, 2017). La incomodidad percibida al comer puede comprometer la ingesta y determinar potencialmente una pérdida de peso severa, lo que conducirá a una reducción del rendimiento operativo (HIRSCH *et al.*, 2005).



### 3.1.5 Aceptabilidad de los alimentos básicos en el entorno operativo selvático

En la evaluación de la aceptabilidad de las raciones operativas, basada en la experimentación previa de los ítems, se observó que los menús que presentaron mayor aceptabilidad fueron los *stroganoffs* de carne de vacuno y pollo, con 91% y 85% de evaluaciones positivas, respectivamente. Sin embargo, los ítems de carne con verduras y arroz obtuvieron baja aceptabilidad, el 36% y el 25%, respectivamente, de acuerdo con la Figura 6. Destacamos también la alta aceptabilidad, el 78% para harina de yuca que es un producto con poca tecnología agregada, pero con alto consumo en todo el territorio nacional, constituyendo una excelente fuente de carbohidratos.

**Figura 06- Aceptabilidad dos alimentos básicos no ambiente de selva**



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

Así, de los 12 menús analizados, solo tres formulaciones (arroz con frijoles y carne; carne de vacuno con verduras; y arroz - 25%) mostraron resultados con índices inferiores al 50% de aceptabilidad. Los resultados obtenidos alertan sobre la calidad sensorial de los productos ofrecidos y sugieren que, dada la aceptabilidad evaluada, puede haber un bajo consumo de estos menús por parte de los militares.

La impresión sobre la existencia de un perfil de baja aceptación sensorial y bajo consumo en las raciones operativas brasileñas ya ha sido señalada. Según los investigadores Campos y Marques:

En todos los atributos sensoriales evaluados, los resultados obtenidos se consideraron indeseables. Deberían realizarse nuevas investigaciones en un entorno controlado, con tropas especializadas, para evaluar si la complejidad del teatro de operaciones interfiere en la situación y el comportamiento alimentario del combatiente. (CAMPOS; MARQUES, 2020, p. 13)

Según De Graaf *et al.* (2005), se han realizado pocos estudios de campo sobre la aceptabilidad de las raciones de combate, por lo que es de gran importancia un trabajo que muestre las necesidades reales de los militares en los perfiles más divergentes de entornos operativos, optimizando la integridad física y cognitiva.

En Estados Unidos se utiliza mucho una escala hedónica de nueve puntos (1: me disgusta extremadamente y 9: me gusta extremadamente) para evaluar la aceptabilidad, desarrollada por el ejército estadounidense en los años cincuenta. La mayoría de los productos alimenticios comerciales destinados al público en general tienen una calificación media de cinco a ocho (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010). Basándose en esta metodología, los resultados obtenidos pueden verse en la Tabla 1:

**Tabla 1 – Aceptabilidad media y desviación estándar de los menús en el entorno selvático**

Menú	Media	Desviación estándar
<i>Stroganoff</i> de pollo	7.4	1.5
<i>Stroganoff</i> de carne de vacuno	7.0	1.9
Harina de yuca	7.0	2.4
Carne de vacuno en salsa <i>goulach</i>	6.5	2.4
Carne de vacuno picada en salsa	5.6	1.9
Feijoada	5.5	2.5
Carne molida con patatas	5.5	2.6
Costillas de vacuno con yuca	5.2	2.5
Frijoles con salchicha de cerdo	5.1	2.4
Arroz con frijoles y carne	4.3	2.3
Carne de vacuno con verduras	4.2	2.4
Arroz	4.0	2.4

Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

En este contexto, tres menús (carne de vacuno con verduras, arroz con frijoles y carne y arroz) tampoco serían potencialmente aceptables desde el punto de vista comercial, lo que corresponde al 25% de los artículos analizados. Los resultados de baja aceptabilidad de los ítems arroz, arroz con frijoles y carne, carne de vacuno con verduras, con puntuaciones inferiores a cinco puntos – según un estudio de De Graaf *et al.* (2005), en el que observaron que los ítems con

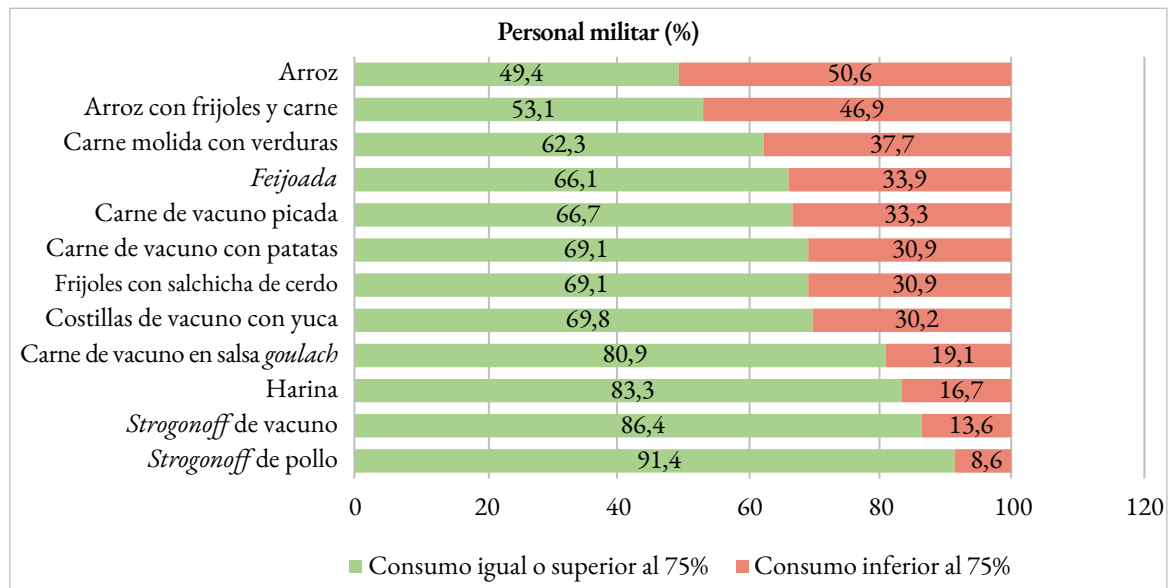
puntuaciones inferiores a cinco en el criterio de aceptabilidad presentaban un consumo en sus porciones inferior al 77% de la cantidad total – plantean una preocupación con posibles impactos en el consumo. Así, se infiere una preocupación adicional por el ítem arroz, ya que es la principal fuente de carbohidratos en la dieta y está presente en todas las opciones de menú ofrecidas, elevando los impactos en el balance de calorías ingeridas, lo que se convierte en un factor agravante en el ambiente selvático de alta demanda.

El territorio brasileño es continental y presenta diversos biomas y poblaciones autóctonas, con perfiles alimentarios regionalizados. Las impresiones de la región amazónica pueden diferir de otras, por supuesto, pero deben basarse científicamente para la optimización de los menús, con el objetivo de aumentar el consumo, reducir las pérdidas de material, mitigar el cuerpo, el déficit cognitivo y de rendimiento.

### 3.1.6 Consumo de alimentos básicos en el entorno operativo selvático

De los 12 ítems del menú de alimentos básicos, dos (12,5%) de ellos (arroz con frijoles y carne; arroz) presentaron consumo inferior al 75% de la porción ofrecida, por aproximadamente 50% de los participantes, denotando preocupación con posibles impactos en el consumo y, consecuentemente, en la puntuación corporal. Los resultados se muestran en la Figura 7:

Figura 7 – Consumo de alimentos básicos de raciones operativas en el entorno operativo selvático



Fuente: Elaborado por los autores, 2022.

En consonancia con la buena aceptabilidad de los menús de *strogonoff* de carne de vacuno y pollo, el 91% y el 86% de los participantes indicaron un consumo igual o superior al 75% de la porción ofrecida, respectivamente. La misma tendencia se observa con los ítems harina de yuca y carne con salsa *goulash*, ambos con buena aceptabilidad y consumo.

Sin embargo, se constató que el 51% de los participantes declararon que su consumo de arroz era inferior al 75% del volumen del paquete. Se observa que, en estas circunstancias, se obtiene un déficit calórico de 260 kilocalorías (Kcal) de acuerdo con la Tabla Brasileña de Composición de Alimentos, representando el 8% de las calorías totales en una demanda alimentaria de 2.800 Kcal indicada para un adulto en condiciones normales de actividad, infiriendo una interferencia en la puntuación corporal (BRASIL, 2010; UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, 2011).

Los resultados corroboran los informes sobre la ingesta inadecuada de calorías y las posibles repercusiones en los déficits energéticos durante los periodos intensos de operaciones y entrenamiento en campo, que pueden alcanzar alrededor del 40% de las necesidades energéticas totales de los militares (FALLOWFIELD *et al.*, 2014; MARGOLIS *et al.*, 2014; MARRIOTT; 1995).

Booth, Coad y Roberts (2003), en un estudio sobre el consumo exclusivo de raciones durante un periodo de 23 días en el ejército australiano, observó que había un alto índice de desechos, siendo los alimentos ricos en carbohidratos los más desechados: una media del 46% de las galletas, el 72% de las barritas de champiñones, el 81% de los frijoles cocidos, el 93% del chocolate, el 94% del azúcar blanco, el 96% de los golosinas, el 99% del polvo de patata y el 100% del arroz, es decir, el 40% de la energía disponible.

Según un ensayo clínico aleatorizado realizado en el ejército de Estados Unidos, cuando las raciones se consumen según lo previsto, durante un período de 21 días, el personal militar es nutricionalmente adecuado en términos de energía y micronutrientes (LENFERNA DE LA MOTTE *et al.*, 2021; MCCLUNG *et al.*, 2020). Sin embargo, varios estudios señalan que las raciones rara vez se consumen según lo previsto (BOOTH; COAD; ROBERTS, 2003; FALLOWFIELD *et al.*, 2014; HILL *et al.*, 2011; MARGOLIS *et al.*, 2014; ZINN C *et al.*, 2017). El desperdicio, el consumo insuficiente y el balance energético negativo son problemas frecuentes, que se traducen en pérdida de peso, reducción de la grasa corporal, catabolismo proteico, inmunodepresión, aumento de la fatiga percibida, disminución del rendimiento militar (tiempo de reacción, puntería y toma de decisiones), aumento del riesgo de lesiones y disminución de la resistencia (BEALS *et al.*, 2019; BOOTH; COAD; ROBERTS, 2003; HILL *et al.*, 2011; LENFERNA DE LA MOTTE *et al.*, 2021).

En cuanto al arroz con frijoles y carne, se registró un consumo inferior al 75% en aproximadamente el 47% de las respuestas. En otras palabras, en una ración de 350 gramos (g), al menos 87 g no son ingeridos por aproximadamente la mitad de los participantes, lo que representa un déficit de 203 Kcal, además los micronutrientes como la vitamina C, las vitaminas del grupo B, el hierro y el calcio (UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, 2011).

Los géneros proteicos suscitan una preocupación adicional: además de ser una fuente calórica, las proteínas participan en actividades metabólicas complejas en la estructura corporal, especialmente en la integridad del score corporal. Por ejemplo, una ración de 100g del menú *feijoada* contiene 8,7g de proteínas, 6,5g de lípidos, 32 miligramos (mg) de calcio y magnesio, 11g de fibra y 22mg de colesterol, participando en diversos procesos metabólicos, incluyendo la modulación hormonal y el funcionamiento neuromuscular (UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, 2011).

Aunque los resultados de este trabajo demuestran una compatibilidad entre la aceptabilidad y el consumo, De Graaf *et al.* (2005) observaron que la aceptabilidad desempeña un papel importante en la ingesta y la elección de alimentos, pero no es en absoluto el factor dominante. En este sentido, se sugiere que es necesario seguir investigando sobre los factores que determinan

la ingesta de alimentos por parte de los militares y analizar la interacción entre la misión, la alimentación y el entorno que guiará la operación.

### 3.2 Grupos Focales

Según Gaspar; Escribano y Mesías (2016), la principal ventaja de utilizar grupos focales frente a otros métodos de investigación más estructurados, por ejemplo, los cuestionarios, es que permite promover una mayor libertad de expresión en la discusión de temas variados (CHALOFISKY, 2001; MESÍAS; MARTÍN; HERNÁNDEZ, 2021; STEWART; SHAMDASANI, 2014).

De este modo, a través de discusiones y debates en grupos focales, se recogieron las impresiones más significativas sobre atributos generales como el empaquetado, la variedad y los componentes del menú, la facilidad de preparación, la saciedad, la digestibilidad y el bienestar y la eliminación de residuos, como se muestra en el Cuadro 2, con los comentarios más relevantes mencionados por los participantes.

Un tema muy discutido fue el de los menús, considerados monótonos por los militares. Se presentaron soluciones de dietas más simples, acercándose a productos caseros y con mayor aceptación, como asado, pasta, arroz *carreteiro* (arroz condimentado con carne de vacuno y cerdo), frijoles *tropeiro* (frijoles mezclados con harina de yuca, chicharrones, salchicha de cerdo, huevos, ajo, cebolla y condimentos), entre otros, lo que ya ocurre en otros países y que mejoraría el componente “bienestar”, favoreciendo el placer en el consumo, como relata un participante del grupo focal (GF) II, que describe el deseo de “incluir más carnes asadas, pasta y pizza”. También se apuntaron ideas para mejorar la oferta de productos en lugar de aumentar la cantidad de alimentos ofrecidos.

Otro hecho señalado se refiere a la saciedad. Aunque el desayuno no era el objeto de este artículo, fueron recurrentes los informes sobre la falta de nutrientes en esta comida, con énfasis en el bajo contenido calórico, como informó un militar del GF IV: “El desayuno es muy temprano, y productos como las galletas saladas no nos mantienen hasta el almuerzo”. Sumado a la brecha nutricional que se forma entre el desayuno y el almuerzo, se infiere el bajo consumo de algunos alimentos básicos ya señalados, lo que lleva a los militares a buscar alternativas para satisfacer las demandas, como ingerir alimentos en el ambiente o conducir artículos personales, como galletas surtidas o papas chips, lo que desequilibra el perfil de los alimentos ofrecidos por la cadena de suministro, modificando la dieta institucionalmente propuesta. Es fundamental explicar que los días entre comidas suelen ser prolongados y muchos militares, de forma compensatoria, consumen fraccionadamente los elementos del desayuno, mitigando la sensación de hambre. También con el mismo objetivo, suelen llevar suplementos comerciales, como carbohidratos de alta absorción y barritas proteicas, lo que fue expresado en el GF IV: “Sería una buena opción; siempre que puedo, llevo BCAA y carbogel”.

De acuerdo con McClung *et al.* (2020), diseñar menús de raciones dentro de los límites de los numerosos requisitos militares (peso, volumen, fecha de validez e ingesta de nutrientes), todos los cuales tienen una prioridad similar, requiere razonamiento y habilidad. Tener un mayor contenido de grasa en la ración puede ser una solución parcial porque permite una ración más densa en energía (es decir, energía por unidad de volumen). Esta característica favorece el desarrollo de productos con menor volumen, satisfaciendo los deseos de los militares, reduciendo los esfuerzos logísticos individuales.

También se han reportado dificultades digestivas agravadas por el perfil del ambiente cálido y húmedo, provocando la sensación de acidez estomacal e indigestión. Debido al perfil de la profesión militar, se debe considerar la ausencia de largos intervalos de descanso después de comer. Es decir, después del consumo, que normalmente se realiza en un corto período de tiempo, el militar puede estar inmediatamente listo para la acción, teniendo en cuenta que la digestibilidad del menú no debe interferir en su desempeño. En este sentido, la adopción de proteínas con alta digestibilidad tendría un impacto positivo en los aspectos de rendimiento y operatividad, lo que está en línea con la posibilidad de incluir pescado en la dieta.

Las proteínas de pescado son fácilmente digeribles y tienen un alto valor biológico. Las grasas son ricas en ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega-3, que tienen efectos reductores sobre los niveles de colesterol en sangre, reduciendo el riesgo de enfermedades vasculares (BRASIL, 2010). Aún sobre la digestibilidad, los militares citaron la falta de fibra dietética, según informó un participante del GF III, sobre la posibilidad de “incluir más fibras en la dieta”. Esta constatación ya se la mencionó en un estudio sobre la calidad nutricional de las raciones operativas, realizado por Barros y Koglin (2022), en el que se encontró falta de fibra dietética en tres de los cinco menús ofrecidos. El consumo adecuado de fibra es fundamental para el normal mantenimiento del tracto gastrointestinal y la salud, y es importante que forme parte de la dieta de la población sana, reduciendo el riesgo de enfermedades crónico degenerativas (CUPPARI, 2005).

Vale la pena mencionar la alta calidad tecnológica del producto, lo que se confirma con el testimonio del GF II: “Considero que es un producto seguro y con buena calidad tecnológica”, en línea con los resultados identificados por los investigadores Avena y Ginani (2009), quienes concluyeron que la comida termoprocesada es microbiológicamente segura.

En cuanto a la preparación para el consumo de alimentos, los procesos se consideraron adecuados, permitiendo que incluso los soldados cansados pudieran manipular correctamente los componentes de la preparación. Sin embargo, se mencionó profusamente el exceso de residuos generados por los paquetes, además del exceso de residuos resultante del bajo consumo de algunos artículos.

Los participantes (34,8%) enumeraron consideraciones sobre el gran volumen de las raciones operativas, lo que dificulta el transporte y el almacenamiento en mochilas. Como propuesta, el envasado al vacío podría facilitar las operaciones. Adicionalmente, algunos entrevistados (8,2%) mencionaron la posibilidad de utilizar residuos biodegradables, con menor impacto ambiental. Actualmente, solo un componente de la ración (cubiertos) se deriva de componentes biodegradables (BRASIL, 2022).

Así, de acuerdo con los resultados presentados, se evidencia que las investigaciones en el área de alimentación militar, con recolección de datos sobre tropas asistidas y su lectura de consumidores finales, son de gran relevancia y aportan datos fundamentales para una mejor comprensión del consumo, aceptación y desempeño en los diversos nichos operativos y tácticos, brindando oportunidades de mejora continua en la calidad de los ítems ofrecidos.

También cabe señalar que la combinación de cuestionarios en línea y entrevistas en grupos focales permitió a los participantes expresar de manera objetiva y libre sus impresiones sobre el perfil del producto (ración operativa) en el medio selvático. De esta forma, se brindó una comprensión e impresiones más profundas sobre toda la dinámica de la alimentación en el ambiente selvático,

ayudando en el desarrollo de estrategias encaminadas al desarrollo y/o reformulación de productos y procesos en el ambiente operacional en estudio.

Finalmente, se advierte que este artículo tiene limitaciones tanto por el tamaño de la muestra como por el muestreo utilizado (no probabilístico), y sus resultados no pueden ser externalizados a toda la población militar del país, sin embargo, como se evidencia, abre oportunidades para las investigaciones en otras regiones, con más militares y en operativos diversos. Además, se sugiere que los estudios sobre percepción y consumo de menús sean desplegados en campo, por ejemplo, con enfoques etnográficos.

#### **4 CONCLUSIÓN**

La asociación de las herramientas empleadas (cuestionario en línea y grupos focales) demostró ser eficiente en la obtención de informaciones sobre impresiones generales, aceptabilidad y consumo de las raciones operativas en el medio selvático. A pesar de toda la excelente tecnología involucrada en los productos existentes, los resultados mostraron perfiles de monotonía, déficit nutricional, poca variedad y bajo bienestar en el consumo, además de bajo consumo y baja aceptabilidad de los menús principales. En este contexto, se sugiere la evaluación constante de la aceptabilidad de los menús, brindando oportunidades de mejoras sensoriales, nutricionales y de digestibilidad, que garanticen el adecuado balance energético y nutricional de los militares en el medio selvático.

Además, se destacó la posibilidad de insertar nuevos procesos y productos alimenticios en la rutina alimentaria, así como los materiales utilizados en la fabricación de los paquetes, optimizando la operatividad del combatiente y la sustentabilidad de las actividades militares. Finalmente, dada la importancia de la alimentación para la realización y el éxito de los ejercicios militares, se recomienda reproducir estudios similares en los más diferentes entornos operativos, además de las técnicas de observación *in loco*.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este artículo fue realizado con el apoyo del Departamento de Ensino e Cultura do Exército (DECEX) y la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de Financiamento 001, así como de las agencias de investigación brasileñas: CNPq y Fundação Carlos Chagas Filho de Apoyo a la Investigación del Estado de Río de Janeiro (Faperj).

#### **AUTORÍA Y COLABORACIONES**

Todos los autores participaron igualmente en la preparación de este artículo.

## REFERENCIAS

- AHMED, M.; MANDIC, I.; LOU, W.; GOODMAN, L.; JACOBS, I.; L'ABBÉ, M. R. Comparison of dietary intakes of Canadian Armed Forces personnel consuming field rations in acute hot, cold, and temperate conditions with standardized infantry activities. **Military Medical Research**, Bethesda, v. 6, n. 1, p. 1–16, 2019. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6696676/>. Acceso en: 20 fev. 2020.
- AVENA, F.; GINANI, V. **Avaliação nutricional de refeições termoprocessadas**. 2009. Monografia (Especialização em Gastronomia e Defesa Alimentar) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009. Disponible: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/992/1/2009\\_FernandaLimaAvena.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/992/1/2009_FernandaLimaAvena.pdf). Acceso en: 10 abr. 2019.
- BARROS, P. A. C. Z.; KOGLIN, G. Ração Operacional de Combate do Exército Brasileiro: Uma Análise Nutricional. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, Canoas, v. 10, n. 2, p. 1–12, 2022. Disponible: [https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude\\_desenvolvimento/article/view/7825](https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude_desenvolvimento/article/view/7825). Acceso en: 10 set. 2022.
- BEALS, K. *et al.* Energy deficiency during cold weather mountain training in NSW SEAL qualification students. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Bethesda, v. 29, n. 3, p. 315–321, 2019. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30160550/>. Acceso en: 23 mar. 2023.
- BOOTH, C. R.; COAD, R.; ROBERTS, W. Evaluation of an Australian combat ration pack as a sole nutrition source during 23 days of military adventurous training in the tropics. **Nutrition & Dietetics**, New Jersey, v. 60, n. 4, p. 239–47, 2003. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/27257094\\_Evaluation\\_of\\_an\\_Australian\\_combat\\_ration\\_pack\\_as\\_a\\_ole\\_nutrition\\_source\\_during\\_a\\_23\\_day\\_military\\_exercise\\_in\\_the\\_tropics](https://www.researchgate.net/publication/27257094_Evaluation_of_an_Australian_combat_ration_pack_as_a_ole_nutrition_source_during_a_23_day_military_exercise_in_the_tropics). Acceso en: 23 mar. 2023.
- BOTELHO, R. B. A.; AVENA, F.; VERAS, M.; ZANDONADI, R. P. Adequação nutricional de oferta e consumo de refeições por soldados brasileiros. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 229–239, 2014. Disponible: <https://www.scielo.br/j/rn/a/TNBX3qHdFXqtxHbmjjg9L6H/?lang=en&format=pdf>. Acceso en: 20 fev. 2020.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Portaria nº 721, de 30 de dezembro de 1999**. Aprova as Instruções Gerais para a Administração das Rações Operacionais no Exército Brasileiro em Tempo de Paz (IG 10-07). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 1999. Disponible: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/1/836/1/IG%2010-07.pdf>. Acceso en: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Portaria Normativa Nº 219/MD, de 12 de fevereiro de 2010**. Aprova o Manual de Alimentação das Forças Armadas. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2010. Disponible: <http://www.1rm.eb.mil.br/images/4.-ANEXO-I--B--Portaria-Normativa-n-219MD-de-12-de-Fevereiro-de-2010-K.pdf>. Acceso en: 13 jun. 2021.



BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Especificação Técnica de Artigo de Subsistência: Ração Operacional de Combate**. 3. ed. Brasília, DF: Diretoria de Abastecimento, 2022. Disponível: <http://www.dabst.eb.mil.br/index.php/biblioteca-de-normas-tecnicas/subsist%C3%Aancia/81>. Acesso em: 2 jun. 2021.

CAMPOS, F. M.; MARQUES, L. **Estudo de aceitabilidade da Ração Operacional de Combate no âmbito do Exército Brasileiro**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020.

CARVALHO, M.; BOTELHO, R. B. A.; LACERDA, L.; ZANDONADI, R. P. Sensory analysis of ready-to-eat meals in the Brazilian Army. **Journal of Culinary Science and Technology**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 313-325, 2019. Disponível: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15428052.2018.1442761>. Acesso em: 28 nov. 2020.

CHALOFISKY, N. **How to conduct focus groups**. Alexandria: American Society for Training and Development, 2001.

CRAWFORD, L. **Sensory Testing of Canadian Armed Forces Individual Meal Packs**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência da Alimentação) – University of Guelph, Ontario, 2020. Disponível: [https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/21269/Crawford\\_Laura\\_202009\\_MSc.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/21269/Crawford_Laura_202009_MSc.pdf?sequence=4&isAllowed=y). Acesso em: 12 jan. 2021.

CUPPARI, L. **Guia de Nutrição clínica no adulto**: Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar da Unifesp – Escola Paulista de Medicina. Barueri: Manole, 2005.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v. 6, n. 3, p. 161-174, 2013. Disponível: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/31731/dilemas-na-construcao-de-escalas-tipo-likert--o-numero-de-itens-e-a-disposicao-influenciam-nos-resultados->. Acesso em: 23 mar. 2023.

DE GRAAF, C *et al.* Food acceptability in field studies with US army men and women: Relationship with food intake and food choice after repeated exposures. **Appetite**, Amsterdam, v. 44, n. 1, p. 23-31, 2005. Disponível: [https://www.researchgate.net/publication/8125988\\_Food\\_Acceptability\\_in\\_Field\\_Studies\\_with\\_US\\_Army\\_Men\\_and\\_Women\\_Relationship\\_with\\_Food\\_Intake\\_and\\_Food\\_Choice\\_After\\_Repeated\\_Exposures](https://www.researchgate.net/publication/8125988_Food_Acceptability_in_Field_Studies_with_US_Army_Men_and_Women_Relationship_with_Food_Intake_and_Food_Choice_After_Repeated_Exposures). Acesso em: 23 mar. 2023.

ELDESOUKY, A.; MESÍAS, F. An insight into the influence of packaging and presentation format on consumer purchasing attitudes towards cheese: A qualitative study. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 12, n. 2, p. 305-312, 2014. Disponível: [https://www.researchgate.net/publication/262492437\\_An\\_insight\\_into\\_the\\_influence\\_of\\_packaging\\_and\\_presentation\\_format\\_on\\_consumer\\_purchasing\\_attitudes\\_towards\\_cheese\\_A\\_qualitative\\_study](https://www.researchgate.net/publication/262492437_An_insight_into_the_influence_of_packaging_and_presentation_format_on_consumer_purchasing_attitudes_towards_cheese_A_qualitative_study). Acesso em: 12 nov. 2021.

ESMERINO, E. A. *et al.* Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping. **Journal of Dairy Science**, Bethesda, v. 100, n. 11, p. 8849-8860, 2017. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28888609/>. Acceso en: 10 dez. 2020.

FALLOWFIELD, J. L. *et al.* Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 112, n. 5, p. 821-829, 2014. Disponible: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/energy-expenditure-nutritional-status-body-composition-and-physical-fitness-of-royal-marines-during-a-6month-operational-deployment-in-afghanistan/7320BB9C1A491A4C7CC37BD1885291E0>. Acceso en: 5 jan. 2020.

FOX, M; WENKAM, N; HIRSCH, E. Acceptability studies of military ration: Meal, Ready-to-Eat. **Foodservice Research International**, New Jersey, v. 5, n. 3, p. 189-199, 1988. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/230530485\\_ACCEPTABILITY\\_STUDIES\\_OF\\_MILITARY\\_RATION\\_MEAL\\_READY-TO-EAT](https://www.researchgate.net/publication/230530485_ACCEPTABILITY_STUDIES_OF_MILITARY_RATION_MEAL_READY-TO-EAT). Acceso en: 23 mar. 2023.

FUSCH, P.; NESS, L. R. Are we there yet? Data saturation in qualitative research. **Qualitative Report**, Fort Lauderdale, v. 20, n. 9, p. 1408, 2015. Disponible: <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol20/iss9/3>. Acceso en: 23 mar. 2023.

GASPAR, P.; ESCRIBANO, M.; MESIAS, F. J. A qualitative approach to study social perceptions and public policies in *dehesa* agroforestry systems. **Land Use Policy**, Amsterdam, v. 58, p. 427-436, 2016. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837716300990?via%3Dihub>. Acceso en: 25 jan. 2021.

GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. **Field Methods**, London, v. 18, n. 1, p. 59-82, 2006. Disponible: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1525822X05279903>. Acceso en: 10 fev. 2021.

HILL, N.; FALLOWFIELD, J.; PRICE, S.; WILSON, D. Military nutrition: maintaining health and rebuilding injured tissue. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Bethesda, v. 366, n. 1562, p. 231-240, 2011. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3013424/>. Acceso en: 23 mar. 2023.

HIRSCH, E. S.; KRAMER, F. M.; MEISELMAN, H. L. Effects of food attributes and feeding environment on acceptance, consumption and body weight: Lessons learned in a twenty-year program of military ration research. **Appetite**, Amsterdam, v. 44, n. 1, p. 3--45, 2005. Disponible: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=usarmyresearch>. Acceso en: 23 mar. 2023.

JOHNSON, C. D. *et al.* Energy expenditure and intake during special operations forces field training in a jungle and glacial environment. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Bethesda,

v. 43, n. 4, p. 381-386, 2018. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29144888/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LENFERNA DE LA MOTTE, K-A.; SCHOFIELD, G.; KILDING, H.; ZINN, C. An Alternate Approach to Military Rations for Optimal Health and Performance. **Military Medicine**, Oxford, p. 1-7, 2021. Disponível: <https://academic.oup.com/milmed/advance-article/doi/10.1093/milmed/usab498/6462370>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MARGOLIS, L. M. *et al.* Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training. **Nutrients**, Bethesda, v. 6, n. 5, p. 1945-1955, 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24824290/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MARRIOTT, B. M. **Not eating enough**: Overcoming Underconsumption of Military Operational Rations. Washington, DC: National Academy Press, 1995.

MCCLUNG, H. L. *et al.* Randomized Trial Comparing Consumption of Military Rations to Usual Intake for 21 Consecutive Days: Nutrient Adequacy And Indicators Of Health Status. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, Bethesda, v. 120, n. 11, p. 1791-1804, 2020. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32828737/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MESÍAS, F. J.; MARTÍN, A.; HERNÁNDEZ, A. Consumers' growing appetite for natural foods: Perceptions towards the use of natural preservatives in fresh fruit. **Food Research International**, Amsterdam, v. 150, p. 110749, 2021. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921006499>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MILLET, J. *et al.* Effects of Acute Heat and Cold Exposures at Rest or during Exercise on Subsequent Energy Intake: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, Basel, v. 13, n. 10, p. 3424, 2021. Disponível: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/10/3424>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV, 2006.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. Nutrition science and food standards for military operations (nutrition et normes d'alimentation pour les opérations militaires). TR-HFM-154. North atlantic treaty organisation and research and technology organization. **NATO**, Paris, 2010. Disponível: <https://www.sto.nato.int/publications/Pages/default3.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2021.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. Standardization Office. NATO Standard AMedP-1.11. Requirements of Individual Operational Rations for military use. **NATO**, Paris, 2019. Disponível: <https://nso.nato.int/nso/nsdd/APdetails.html?APNo=2020&LA=EN>. Acesso em: 2 jan. 2021.

RESENDE, G. M.; MAGALHÃES, J. C. R. **Disparidades do produto interno bruto (PIB) per capita no Brasil**: uma análise de convergência em diferentes escalas regionais (1970-2008). Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013.

SILVA, D. L. **Caracterização das rações operacionais das três forças armadas brasileiras**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127114/000973613.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SPENCE, C. Comfort food: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, Amsterdam, v. 9, p. 105-109, 2017. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X16300786>. Acesso em: 17 nov. 2019.

STANLEY, R.; FORBES-EWAN, C.; MCCLAUGHLIN, T. Foods for the military. In: MELTON, L.; SHAHIDI, F.; VARELIS, P. (ed.). **Encyclopedia of Food Chemistry**, Amsterdam: Elsevier, 2019, p. 188-195. v. 3.

STEWART, D. W.; SHAMDASANI, P. N. **Focus groups**: Theory and practice. London: Sage, 2014.

TASSONE, E. C.; BAKER, B. A. Body weight and body composition changes during military training and deployment involving the use of combat rations: A systematic literature review. **British Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 117, n. 6, p. 897-910, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28452292/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

THARION, J. *et al.* Adequacy of garrison feeding for special forces soldiers during training. **Military Medicine**, Bethesda, v. 169, n. 6, p. 483-490, 2004. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15281681/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2011.

WRIGHT, J. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. Oxford: Elsevier, 2015.

ZINN, C. *et al.* A 12-week low-carbohydrate, high-fat diet improves metabolic health outcomes over a control diet in a randomised controlled trial with overweight defence force personnel. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Bethesda, v. 42, n. 11, p. 1158-1164, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28700832/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

# Función pulmonar en pilotos de combate: ¿Cuáles son los efectos crónicos de la exposición?

*Pulmonary function of combat pilots: What are the chronic effects of exposure?*

**Resumen:** Los efectos inherentes al trabajo en altitudes elevadas y sobrecarga de la fuerza de aceleración pueden generar mecanismos de compensación fisiológica y eventuales modificaciones de la función pulmonar a corto, mediano y largo plazo. Ante eso, el objetivo de este artículo fue describir las modificaciones crónicas de la función pulmonar en pilotos de combate de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB). La muestra estuvo compuesta por 19 pilotos de combate del grupo expuesto y 20 voluntarios del grupo control. Para las medidas de función pulmonar se observó un aumento de los valores medios de Capacidad Vital Forzada (CVF) y Volumen Espiratorio Forzado en el Primer Segundo (VEF<sub>1</sub>), disminución del volumen pulmonar, aumento de la resistencia y del trabajo respiratorio. En el grupo expuesto, en comparación con el grupo control, observamos cambios significativos para el Volumen Residual (RV) por Capacidad Pulmonar Total (TLC) en litros (L) y porcentaje (%), es decir, VR/CPT. Comportamientos similares cuando se evalúan según las horas de vuelo, con aumento proporcional a la elevación del tiempo de exposición. Las modificaciones sutiles, según las observadas en esta investigación, pueden ser reflejo de adaptaciones del sistema respiratorio, trayendo una mirada complementaria para los cambios en condiciones crónicas.

**Palabras clave:** piloto; militar; altitud elevada; fuerza de aceleración; función pulmonar.

**Abstract:** The effects related to work at high altitudes and acceleration force overload can generate physiological compensation mechanisms and eventual short-, medium- and long-term changes in lung function. Therefore, the aim of this study was to describe the chronic changes in lung function in combat pilots of the Brazilian Air Force. The sample consisted of 19 combat pilots and 20 controls. For pulmonary function measurements, we observed an increase in the mean values of Forced Vital Capacity (FVC) and Forced Expiratory Volume in the First Second (FEV<sub>1</sub>), a decrease in lung volume, an increase in resistance and work of breathing, in the exposed group compared to the control, with significant modifications to Residual Volume (RV) by Total Lung Capacity (TLC) in liters (L) and percentage (%). Similar behavior when evaluated according to flight hours, with an increase proportional to the increase in exposure time. Discrete changes, such as those observed in this research, may reflect adaptations of the respiratory system, bringing a complementary view to changes in chronic conditions.

**Keywords:** pilots; military; high altitude; acceleration force; lung function.

**Maritza Fabiana Sepulveda Soares** 

Força Aérea Brasileira. Universidade da Força Aérea Brasileira.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
mfsepulveda@hotmail.com

**Pedro Lopes de Melo** 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
plopes@uerj.br

**Paula Morisco de Sá** 

Força Aérea Brasileira. Universidade da Força Aérea Brasileira.  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
paulamorisco@hotmail.com

**Recibido: 30 ago. 2023**

**Aprobado: 14 mar. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

En el ejercicio de la actividad aérea, el piloto está expuesto a los efectos adversos del trabajo a gran altitud. Las vibraciones extremas, el disbarismo, la hipoxia, la acción de las cargas de aceleración (Fuerza G) y otros factores estresantes ambientales son frecuentes, especialmente en vuelos por encima de los 15 000 pies (GÜL; SALMANOĞLU, 2012). En ese segmento aéreo, el uso de oxígeno suplementario se hace necesario, además, el ambiente de cabina puede ocurrir con presurización controlada y los efectos relativos al trabajo en altitud pueden parecer más evidentes (ALVES *et al.*, 2008; GÜL; SALMANOĞLU, 2012; PETRASSI *et al.*, 2012).

Se describe en la literatura que la reducción de la presión del aire con el aumento de la altitud conduce a la hipoxia, denominada también hipoxia hipobárica (ALVES *et al.*, 2008). La reducción de la presión parcial de oxígeno alveolar reduce la presión arterial. Así, en una respuesta ventilatoria aguda, el organismo trabaja para recuperar la homeostasis de la concentración de oxígeno, provocando hipocapnia y alcalosis respiratoria (PETRASSI *et al.*, 2012). Esta compensación provoca fatiga de los músculos respiratorios (BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; DELGADO-TERÁN; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019; POLLARD *et al.*, 1997), con posible deterioro psicomotor en hipobáricos agudos, que puede afectar el control postural de la tripulación, aumentando así la oscilación postural proporcional a medida que aumenta la altitud (NORDAHL *et al.*, 1998).

Además, la tolerancia a la fuerza de aceleración en el contexto aeroespacial se considera un factor particular y puede tener efectos fisiológicos relacionados con el sistema respiratorio, con la visión (comúnmente llamado *blackout*, pérdida total de la visión) y con el nivel de conciencia (con la pérdida de la conciencia, conocido como *Induced Loss of Consciousness*, G-LOC) (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

Además de estos, con la sobrecarga de la Fuerza G en acción sobre el tórax, puede haber colapso de las vías aéreas del tercio inferior del pulmón, evolucionando hasta el 50% del pulmón, con la progresión de la fuerza de aceleración, generando consecuentes cambios en la distribución del flujo sanguíneo pulmonar (WEST, 2013). Para un intercambio eficiente de gases, los capilares pulmonares deben ser delgados y estar expuestos directamente al espacio alveolar. Por lo tanto, los cambios en la presión ambiental se transmiten a los capilares alveolares, lo que afecta la circulación pulmonar tanto por deformación pulmonar como por cambios en la distribución de la presión hidrostática en el pulmón (PRISK, 2011).

Junto a ello, los factores biopsicológicos individuales pueden ser determinantes para afrontar el combate aéreo. Las tropas de aviación deben ser capaces de hacer frente a estas condiciones, ya sea en situaciones rutinarias o con una gran carga de trabajo (GINDHART, 1999; GÜL; SALMANOĞLU, 2012; SAUVET *et al.*, 2009). En el sujeto aclimatado puede haber menos efectos deletéreos sobre el cuerpo, lo que permite realizar el trabajo diario incluso a muy altas altitudes (4400 a 5500 metros), con una eficiencia cercana a la del sujeto que trabaja a nivel del mar. Sin embargo, se debe considerar la posibilidad de desarrollar enfermedades o adaptaciones como consecuencia de la exposición continua (ARISTIZABAL *et al.*, 2019; DUISHOBAEV *et al.*, 2018).

Las compensaciones externas se pueden utilizar en la aviación militar de alto rendimiento para reducir los efectos nocivos de la exposición al vuelo. Además del entrenamiento personalizado y la aclimatación, la suplementación de oxígeno puede ocurrir entre 70 y 100% para resolver los efectos de la hipoxia,

que puede presentarse a partir de los 15.000 pies de altitud o 4.572 metros (BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; DELGADO-TERÁN; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019). Las Medidas de asistencia mecánica se utilizan para mantener el retorno venoso adecuado. Los trajes anti-G, la presión positiva de respiración y las maniobras anti-g de esfuerzo, tales como *AGSM Anti G Strain Manouever* (AGSM), se consideran medios fundamentales para tolerar la aceleración (ÖZTÜRK; İLBASMIŞ; AKIN, 2012).

Con el propósito de estimar índices de evaluación de la función pulmonar, están disponibles comercialmente algunos instrumentos, entre los cuales, espirometría y pletismografía son los más consagrados (MUNGOGUE *et al.*, 2016; SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2009; TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015). Además de estos, la Técnica de Oscilaciones Forzadas (FOT), descrita por DuBois *et al.*, en 1956, se destaca por ser complementaria a los instrumentos tradicionales y también tiene la ventaja de ser un método realizado en ventilación espontánea (OOSTVEEN *et al.*, 2003).

Es posible que un análisis más detallado de la función pulmonar en condiciones de exposición, como se describió anteriormente, pueda contribuir a un mejor afrontamiento y mejora del desempeño humano y la relación hombre-máquina en las fuerzas armadas brasileñas, proporcionando parámetros para la evaluación diagnóstica y para el seguimiento longitudinal de estos sujetos.

Así, los objetivos de este artículo fueron: (1) comparar los cambios en la función pulmonar entre voluntarios del grupo control y pilotos de combate de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB); (2) analizar los efectos del período de exposición del vuelo sobre la función pulmonar de los pilotos de combate; (3) analizar los efectos del trabajo a gran altura considerando las particularidades de exposición con baja y alta exposición a la carga G.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo propuesto fue realizado en el Laboratorio de Instrumentación Biomédica de la Universidad del Estado de Río de Janeiro (UERJ), a partir de la aplicación de un cuestionario sociodemográfico y pruebas de función pulmonar realizadas por técnicos debidamente capacitados. La secuencia en la que se realizaron las pruebas fue la siguiente: FOT en la versión multifrecuencia, espirometría y pletismografía de cuerpo completo.

La muestra fue seleccionada por conveniencia. Para el grupo de sujetos expuestos, fueron incluidos pilotos de caza voluntarios del Primer Grupo de Aviación de Caza (1ºGavCa) y pilotos de Transporte de Escuadrones de la Base Aérea de Santa Cruz y de la Base Aérea de Galeão. Todos podían volar según los criterios propuestos por la legislación militar vigente – ICA 160-6/2016 (BRASIL, 2016) y estaban identificados para esta investigación según las siglas: GCaza y GTransporte, respectivamente. Para el grupo control, los sujetos seleccionados fueron: no aeronáuticos, militares o no, no sedentarios y similares al grupo expuesto en edad, peso y talla. Para todos los grupos se sometieron a los siguientes criterios de exclusión: infecciones respiratorias en los últimos 30 días, enfermedades torácicas y tabaquismo.

Las mediciones de los flujos y volúmenes pulmonares se realizaron utilizando el pletismógrafo de cuerpo completo BPd (*nSpire Health, Inc., 1830 Lefthand Circle, Longmont, CO 80501*). Los exámenes siguieron las pautas de las directrices para las pruebas de función pulmonar (GRAHAM, 2019; NEDER *et al.*, 1999; PEREIRA; MOREIRA, 2002; SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2009). La FOT fue descrita previamente

en detalle (MELO; WERNECK; GIANNELLA-NETO, 2000) y sigue los estándares internacionales (NAVAJAS e FARRÉ, 2001; OOSTVEEN *et al.*, 2003; SÁ *et al.*, 2013).

Los resultados se presentaron como media y desviación estándar, mientras que se utilizó un *software* comercial para comparar las diferencias entre los grupos (STATISTICA para Windows, versión 5.0). Para el análisis entre dos grupos se utilizó la prueba t independiente para muestras con distribución normal y para muestras no paramétricas, Mann-Whitney. Para las comparaciones entre los tres grupos se utilizó el Análisis de Varianza (Anova), seguido de la prueba de Tukey cuando la distribución presentaba una característica paramétrica; y de Kruskal Wallis Anova seguido de Mann Whitney cuando la característica no era paramétrica. Los resultados con  $p < 0,05$  fueron considerados estadísticamente significativos. Finalmente, los análisis de correlación se determinaron mediante los coeficientes de correlación de Pearson y/o Spearman.

### 3 RESULTADOS

El estudio se realizó con 37 voluntarios, siendo 18 en el Gcontrol y 19 en el GPilotos (6 por el GTransporte; 13 por el GCaza). El análisis a partir de los parámetros biométricos mostró una distribución homogénea (Tabla 1).

**Tabla 1 – Datos antropométricos de los voluntarios analizados – GControl x GTransporte X GCaza**

Parámetros	Gcontrol N = 18	GTransporte N = 6	GCaza N = 13	P
Edad (años)	33,27 ± 5,63	30,16 ± 2,31	31,46 ± 1,98	ns*
Peso (kg)	80,22 ± 8,62	82,61 ± 6,19	82,6 ± 8,32	ns*
Altura (cm)	175,16 ± 5,28	178,16 ± 7,67	177,25 ± 5,71	ns*
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,06 ± 2,13	26,60 ± 1,95	26,01 ± 2,14	ns*

Nota: Los resultados se presentan como media ± desviación estándar. \*Anova/Test de Tukey,

\*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney.  $P < 0,05$ . Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

En la evaluación de la función pulmonar basada en la espirometría, en la comparación entre los grupos GControl, GTransport y GCaza, observamos valores medios ligeramente superiores para los parámetros de Capacidad Vital Forzada (CVF); volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF<sub>1</sub>); y Flujo Espiratorio Forzado (FEF<sub>25-75%</sub>) en los grupos de pilotos de caza en comparación con los demás grupos, sin embargo, sin cambios significativos (Tabla 2).

En la Tabla 3, observamos los resultados de la función pulmonar a partir de los parámetros pletismográficos, donde Volumen Residual (VR); Capacidad Pulmonar Total (CPT) y de la VR/CPT presentaron valores medios más bajos en el grupo de pilotos de caza en comparación con los otros grupos. Con modificaciones significativas para VR y VR/CPT en el análisis entre los grupos de control y caza. La resistencia, ya sea medida mediante pletismografía o FOT (Tabla 4), mostró valores medios progresivamente más altos, con una caída proporcional en la conductancia.



Además, también vimos un aumento en la carga de trabajo ventilatorio medida a través de Z4Hz, aunque sin cambios estadísticamente significativos.

**Tabla 2 – Medidas espirométricas de los grupos estudiados – GControl x GTransporte x GCaza**

Parámetros	Gcontrol	GTransporte	GCaza	p
CVF L	4,97 ± 0,22	5,11 ± 0,34	5,47 ± 0,61	ns*
CVF %	98,39 ± 7,24	96,46 ± 7,35	102,52 ± 7,44	ns*
VEF <sub>1</sub> L	3,97 ± 0,49	4,36 ± 0,47	4,32 ± 0,55	ns*
VEF <sub>1</sub> %	95,59 ± 10,70	98,76 ± 8,10	97,91 ± 9,55	ns*
VEF <sub>1</sub> /CVF L	80,8 ± 5,87	85,48 ± 8,72	79,11 ± 5,39	ns*
VEF <sub>1</sub> /CVF%	96,95 ± 7,37	102,46 ± 10,70	95,23 ± 6,70	ns*
FEF <sub>25-75</sub> % L	4,02 ± 1,20	4,69 ± 25,47	4,1 ± 0,97	ns*
FEF <sub>25-75</sub> %	86,84 ± 23,99	95,07 ± 25,47	85,96 ± 20,25	ns*
FEF <sub>25-75</sub> /CVF L	0,82 ± 0,24	0,92 ± 0,27	0,75 ± 0,17	ns*
FEF <sub>25-75</sub> /CVF %	88,27 ± 23,58	99,85 ± 31,30	84,17 ± 20,94	ns*

Leyenda: CVF – Capacidad Vital Forzada; VEF<sub>1</sub> – Volumen Espiratorio Forzado en el Primer Segundo; FEF – Flujo Espiratorio Forzado. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/test de Tukey, \*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

**Tabla 3 – Medidas de pletismografía de los grupos estudiados – GControl x GTransporte x GCaza**

Parámetros	GControl (0)	GTransporte (1)	GCaza (2)	p
VR L	2,63 ± 0,98	1,91 ± 1,05	1,79 ± 0,82	ns*
VR %	147,3 ± 53,36	105,46 ± 61,81	100,16 ± 46,101	0-2 *
CPT L	7,49 ± 1,29	6,65 ± 0,88	7,23 ± 0,99	ns*
CPT %	110,25 ± 15,79	93,46 ± 13,65	100,71 ± 12,55	ns**
VR/CPT L	33,96 ± 9,28	27,57 ± 11,42	24,2 ± 9,05	0-2*
VR/CPT %	130,2 ± 37,08	108,56 ± 46,75	93,96 ± 35,64	0-2*
Raw L	2,54 ± 1,25	2,61 ± 1,93	3,08 ± 1,27	ns*
Raw %	186,7 ± 94,28	190,4 ± 132,30	229,63 ± 93,70	ns*
Sgaw L	0,15 ± 0,08	0,14 ± 0,05	0,1 ± 0,03	ns**
Sgaw %	68,33 ± 39,30	64,05 ± 26,98	46,89 ± 14,81	ns**

Leyenda: VR – Volumen Residual; CPT – Capacidad Pulmonar Total; Raw, Resistencia del sistema respiratorio; Sgaw, Conductancia del sistema respiratorio. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/test de Tukey. \*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

Tabla 3 – Medidas de FOT de los grupos estudiados – GControl x GTransporte x GCaza

Parámetros	GControl (0)	GTransporte (1)	GCaza (2)	p
fr	12,80 ± 3,62	10,69 ± 2,91	11,13 ± 3,43	ns **
Xm	0,38 ± 0,33	0,53 ± 0,31	0,54 ± 0,36	ns *
R0	2,86 ± 0,74	2,33 ± 0,75	3,08 ± 0,82	ns *
S	2,83 ± 16,73	3,23 ± 18,41	10,44 ± 16,59	ns **
Rm	2,89 ± 0,77	2,37 ± 0,64	3,18 ± 0,81	ns*
Cdyn	0,02 ± 0,00549	0,025 ± 0,009	0,02 ± 0,005	ns*
Z4Hz	3,57 ± 0,99	2,93 ± 1,10	3,72 ± 0,98	ns*

Leyenda: fr, Frecuencia de Resonancia; Xm, Reactancia Media; R0, Resistencia Total del Sistema Respiratorio; S, Coeficiente de Pendiente de la Curva de Resistencia; Rm, Resistencia media; Cdyn, Cumplimiento Dinámico del Sistema Respiratorio; Z4Hz, Módulo de Impedancia del Sistema Respiratorio. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/test de Tukey, \*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

Buscando aclarar si las modificaciones encontradas tendrían relación con la exposición a la carga G sola o con el tiempo de exposición a la altitud, analizamos a los sujetos a partir de subgrupos de horas de vuelo. Para tal caracterización, la muestra perdió homogeneidad para los parámetros antropométricos, con una modificación significativa para la edad (Tabla 5). Además, identificamos una correlación inversa significativa en la comparación entre las horas de vuelo y los parámetros espirométricos VEF<sub>1</sub>/ CVF y FEF<sub>25-75%</sub> en sus valores absolutos (Tabla 6). Para las correlaciones entre los parámetros de pletismografía y FOT no hubo modificaciones significativas.

Tabla 5 - Datos antropométricos de caracterización por horas de vuelo

Parámetros	Gcontrol (N = 18) (0)	GPilotos			P
		Hasta 1000 h (N = 4) (1)	1000 a 1500 h (N = 10) (2)	> de 1500 h (N = 5) (3)	
Edad (años)	33,27 ± 5,63	28,75 ± 0,5	30,77 ± 1,56	33 ± 1,78	1-2, 1-3, 2-3**
Peso (kg)	80,22 ± 8,62	80 ± 5,58	85,96 ± 7,10	79,31 ± 8,14	ns*
Altura (cm)	175,16 ± 5,28	178 ± 9,20	178,36 ± 5,46	176 ± 5,93	ns*
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,06 ± 2,13	25,94 ± 2,13	26,98 ± 1,40	25,2 ± 2,62	ns*

Nota: Los resultados se presentan como media ± desviación estándar. \*Anova/Test de Tukey.

\*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

En las tablas 7, 8 y 9, observamos el comportamiento de la función pulmonar con la progresión del tiempo de exposición a la actividad aérea frente a los resultados de los parámetros espirométricos, pletismográficos y FOT, respectivamente.

En general, observamos un ligero aumento de los valores medios de FVC en litros (L) y en porcentaje (%) y  $VEF_1$  (L y %) con la progresión de las horas de vuelo. Aumento de los valores medios de  $VEF_1/CVF$  (L y %),  $FEF_{25-75\%}$  (L y %),  $FEF/CVF$  (L y %) en la comparación entre el GControl y sujetos con hasta 1000 horas de vuelo, con un posterior descenso en sujetos con 1000 a 1500 así como en aquellos con más de 1500 horas de vuelo. Sin embargo, manteniendo valores dentro de los límites de normalidad. Los parámetros pletismográficos VR, CPT y VR/CPT (L y %) mostraron una disminución al comparar GControl con GPilotos, según la progresión de la exposición en horas de vuelo. La resistencia aumentó progresivamente en comparación con GControl, observándose una ligera disminución de la conductancia solo en grupos con más de 1000 horas de vuelo. El aumento del trabajo respiratorio se observó en la comparación entre GControl y Pilotos, con un aumento de los valores medios según la progresión de la exposición en horas de vuelo.

**Tabla 6 - Correlación entre horas de vuelo y parámetros espirométricos**

Horas de vuelo	CVF L	$VEF_1$	$VEF/CVF$	$FEF_{25-75\%}$	$FEF/CVF$
R	,042	-,318	-,498	-,468	-,476
p	,865*	,184*	,030*	,044*	,039*

Nota: Resultados presentados en correlación.  $P < 0,05$  fue considerado significativo.

\*Correlación de Pearson, \*\* correlación de Sperman.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

**Tabla 7 - Resultados espirométricos frente a la caracterización por horas de vuelo**

Parámetros	G Control		GPilotos		P
	(N = 18) (0)	Hasta 1000 h (N = 4) (1)	1000 a 1500 h (N = 10) (2)	> de 1500 h (N = 5) (3)	
CVF L	4,97 ± 0,22	5,08 ± 0,21	5,46 ± 0,62	5,37 ± 0,62	ns*
CVF %	98,39 ± 7,24	95,95 ± 8,58	102,08 ± 8,25	101,4 ± 5,91	ns*
$VEF_1$ L	3,97 ± 0,49	4,53 ± 0,47	4,32 ± 0,57	4,21 ± 0,49	ns*
$VEF_1$ %	95,59 ± 10,70	102,07 ± 7,85	97,47 ± 9,93	96,5 ± 8,28	ns*
$VEF_1/CVF$ L	80,8 ± 5,87	89,20 ± 8,17	79,12 ± 5,22	78,67 ± 5,45	ns*
$VEF_1/CVF$ %	96,95 ± 7,37	106,45 ± 11,17	95,25 ± 6,63	94,9 ± 6,17	ns*
$FEF_{25-75\%}$ L	4,02 ± 1,20	5,275 ± 1,34	4,095 ± 0,97	3,89 ± 0,92	ns*
$FEF_{25-75\%}$ %	86,84 ± 23,99	104,25 ± 27,24	84,78 ± 19,99	84,64 ± 19,21	ns*
$FEF_{25-75\%}/CVF$ L	0,82 ± 0,24	1,03 ± 0,25	0,75 ± 0,16	0,73 ± 0,18	ns*
$FEF_{25-75\%}/CVF$ %	88,27 ± 23,58	110,32 ± 34,26	83,36 ± 20,78	83,7 ± 19,29	ns*

Leyenda: CVF, Capacidad Vital Forzada;  $VEF_1$ , Volumen Espiratorio Forzado en el Primer Segundo; FEF, Flujo Espiratorio Forzado. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/test de Tukey, \*\*Kruskal

Wallis Anova/y Mann Whitney.  $P < 0,05$ . Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

**Tabla 8 - Resultados pletismográficos frente a la caracterización por horas de vuelo**

Parámetros	G Control		GPilotos		P
	(N = 18) (0)	Hasta 1000 h (N = 4) (1)	1000 a 1500 h (N = 10) (2)	> de 1500 h (N = 5) (3)	
VR L	2,63 ± 0,98	2,23 ± 1,19	1,76 ± 0,67	1,6 ± 1,07	ns*
VR %	147,39 ± 53,36	124,77 ± 69, 20	97,94 ± 33,82	91,3 ± 65,66	ns*
CPT L	7,49 ± 1,29	6,85 ± 1, 06	7,2 ± 0,98	6,91 ± 1,07	ns*
CPT %	110,25 ± 15,79	96,75 ± 16,31	99,71 ± 10,17	97,2 ± 17,84	ns**
VR/CPT L	33,96 ± 9,28	31,26 ± 12, 54	24,22 ± 7,13	22,57 ± 11,84	0-2, 0-3**
VR/CPT %	130,22 ± 37,08	124,47 ± 50, 38	93,88 ± 28,04	87,24 ± 46,95	0-2, 0-3**
Raw L	2,54 ± 1,25	2,60 ± 2, 32	3,01 ± 1,31	3,06 ± 1,32	ns*
Raw %	186,78 ± 94,28	183,65 ± 151, 24	223,92 ± 93,06	230,76 ± 108,12	ns*
Sgaw L	0,15 ± 0,08	0,15 ± 0,06	0,10 ± 0,03	0,10 ± 0,03	ns**
Sgaw %	68,33 ± 39,30	70,12 ± 31,34	46,86 ± 14,38	48,96 ± 16,08	ns**

Leyenda: VR – Volumen Residual; CPT – Capacidad Pulmonar Total; Raw, Resistencia del sistema respiratorio; Sgaw, Conductancia del sistema respiratorio. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/ test de Tukey. \*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

**Tabla 9 - Resultados de FOT frente a la caracterización por horas de vuelo**

Parámetros	G Control (0)	Hasta 1000 h (1)	1000 a 1500 h (2)	> de 1500 h (3)	P
fr	12,80 ± 3, 62	10,32 ± 2,48	11,45 ± 3, 96	10,74 ± 2,70	ns**
Xm	0,38 ± 0,33	0,56 ± 0,24	0,45 ± 0,36	0,65 ± 0,37	ns*
R0	2,86 ± 0,74	2,18 ± 0,92	2,98 ± 0, 76	2,96 ± 0,68	ns*
S	2,83 ± 16,73	0,97 ± 22, 70	11,57 ± 17,57	7,84 ± 13,29	ns**
Rm	2,89 ± 0,77	2,19 ± 0,75	3,09 ± 0,75	3,05 ± 0,61	ns*
Cdyn	0,02 ± 0,00549	0,029 ± 0,009	0,02 ± 0,003	0,01 ± 0007	ns*
Z4Hz	3,57 ± 0,99	2,75 ± 1, 12	3,62 ± 0,87	3,73 ± 1,23	ns*

Leyenda: fr, Frecuencia de Resonancia; Xm, Reactancia Media; R0, Resistencia Total del Sistema Respiratorio; S, Coeficiente de Pendiente de la Curva de Resistencia; Rm, Resistencia media; Cdyn, Cumplimiento Dinámico del Sistema Respiratorio; Z4Hz, Módulo de Impedancia del Sistema Respiratorio. Resultados presentados como media ± desviación estándar. \*Anova/test de Tukey, \*\*Kruskal Wallis Anova/y Mann Whitney. P < 0,05. Ns = no significativo.

Fuente: Elaborado por los autores, Soares *et al.* (2022).

## 4 DISCUSIÓN

Comenzaremos la discusión considerando el primer y segundo objetivo de este artículo, en el que buscamos comparar los cambios en la función pulmonar entre voluntarios de GControl y GPilotos y analizar la exposición a volar en sus diferentes ámbitos, siendo el piloto de transporte, con baja exposición a la carga G, y el piloto de caza con alta exposición.

Inicialmente, creíamos que la exposición del sistema respiratorio a todos los efectos indeseables de la aviación podía desencadenar algún proceso de daño pulmonar. Sin embargo, esto no se identificó en este estudio.

A pesar de los resultados no significativos, es necesario considerar que todos los sujetos analizados son sanos y practicantes de actividad regular, con aptitud física para volar regulada por la ICA 54-1 (BRASIL, 2011) e inherente a la preparación militar. Con estas características, nuestros resultados mostraron parámetros con un límite predicho para un comportamiento de función pulmonar dentro de los límites de normalidad como se describe en la literatura (GRAHAM, 2002; NEDER *et al.*, 1999; SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2009).

En la muestra estudiada no se controló la especificidad del entrenamiento físico. La aptitud para el trabajo se basó en las normas previamente dispuestas para el servicio militar (BRASIL, 2011). Sin embargo, Bateman *et al.* (2006) informan en un artículo de revisión que los efectos del entrenamiento de la fuerza muscular, la aptitud aeróbica y la resistencia a la fatiga sobre la tolerancia a la fuerza G siguen siendo un tema complejo para discutir y sin resultados evidentes. Los análisis previos describen que ni el entrenamiento aeróbico puede considerarse siempre dañino, ni el entrenamiento de fuerza puede considerarse universalmente efectivo para mejorar la tolerancia a la fuerza G (BULBULIAN, 1986). Para el sistema respiratorio, hay una mejora en la capacidad pulmonar y las tasas de consumo de oxígeno a través del aumento de la red vascular pulmonar con la práctica de actividad física regular (MCKENZIE, 2012).

Sutiles modificaciones como las observadas en esta investigación, con un ligero aumento progresivo de la función pulmonar en la comparación entre GControl, GTransporte y GCaza, expresado con la ayuda de parámetros espirométricos, pueden ser reflejo de adaptaciones del sistema respiratorio a la exposición en pequeños dosis y durante muchos años de trabajo y, por lo, tanto deben ser consideradas. La reducción de VR para las mismas comparaciones puede estar asociada con un aumento de la CVF, optimizando el volumen de aire disponible para los cambios de ventilación. A pesar de esto, los valores promedio de CPT también se redujeron, siendo un contrapunto a esta analogía.

Contrariamente a nuestros resultados, otros autores analizaron la función pulmonar en atletas de diferentes modalidades y observaron volúmenes pulmonares estáticos más grandes y una mayor capacidad de difusión pulmonar en nadadores de élite, en comparación con los atletas corredores. Estos autores atribuyeron sus hallazgos a posibles diferencias de edad entre los controles combinados además de las características genéticas, lo que sugiere más estudios para aclaraciones (CORDAIN; STAGER, 1988).

Las similitudes entre la actividad aérea y la práctica de natación coinciden con la combinación de los gestos laborales, ya que el nadador combina períodos de inmersión en agua, ejercicios y apnea, con evidencia de cambios sutiles en la permeabilidad de los pulmones (DROBNIC *et al.*, 2018). Para estos atletas de natación de alto rendimiento, el entrenamiento físico a gran altura se

utiliza a menudo como una forma de aumentar las adaptaciones fisiológicas y, en consecuencia, mejorar el rendimiento de la actividad (LUNDBY; ROBACH, 2016; RODRIGUEZ *et al.*, 2015). Estas reflexiones, en el límite, arrojan luz sobre la comprensión de que la exposición a grandes alturas puede actuar como un factor modificador del rendimiento pulmonar incluso en presencia de un adecuado acondicionamiento físico, o sea, análisis alineados con los resultados presentados en nuestro estudio, ya que el GControl y los GPilotos se diferencian únicamente en el criterio de exposición al vuelo, siendo común a ambos la condición física.

No hay informes en la literatura sobre las adaptaciones tardías del sistema respiratorio en la exposición a altitudes elevadas y sobrecarga a la fuerza G en pilotos de combate. Ya en atletas de alto rendimiento, las adaptaciones previamente documentadas consideran que la respuesta pulmonar al ejercicio es mucho mayor que el sistema cardiovascular o muscular periférico (WARBURTON, SHEEL; MCKENZIE, 2008). Es posible que en condiciones de aclimatación al trabajo a gran altitud y sobrecarga G el resultado sea similar.

En estudios con atletas de elite, la ventilación por minuto puede aumentar unas 20 veces en comparación con los valores de reposo, lo que demuestra que el pulmón tiene la capacidad de manejar las demandas del trabajo pesado (WARBURTON; SHEEL; MCKENZIE, 2008), aunque sufra las consecuencias relacionadas con tal hecho.

Sin embargo, en el ambiente de trabajo aéreo no coexisten connotaciones de gloria, se ve en la literatura que volar en ambientes de alta carga G impone un fuerte desgaste cardiometabólico al cuerpo (TESCH, HJORT; BALLDIN, 1983).

Bustamante-Sánchez; Delgado-Terán; Clemente-Suárez (2019) realizó un estudio con 23 hombres aviadores en cámara hipobárica, incluyendo mediciones pre y post exposición, quedando la muestra compuesta por: siete tripulantes de aviación de transporte, tres pilotos de transporte, diez pilotos de helicóptero y tres pilotos de caza F-18, todos de la Fuerza Aérea Española. Los autores informan que la exposición a la hipoxia produjo un aumento en la percepción de estrés y esfuerzo, así como una disminución en la función de los músculos respiratorios independientemente del grupo de la tripulación, siendo más afectada negativamente en pilotos de transporte que en pilotos de helicóptero y tripulación aérea de transporte (BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; DELGADO-TERÁN; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019). Una vez que el piloto de caza es llevado a experimentar momentos de bajo oxígeno, como actividad aérea rutinaria, posiblemente, se establecen condiciones de aclimatación, lo que provoca una mejor respuesta fisiológica cuando el piloto se expone nuevamente a él.

En ese mismo estudio de Bustamante-Sánchez; Delgado-Terán; Clemente-Suárez (2018), el VEF<sub>1</sub> y el PFE se mostraron reducidos en la población estudiada, y esta caída fue significativa para los pilotos de helicópteros en el PFE y para los tripulantes de transporte en el PFE y el VEF<sub>1</sub>, lo que sugiere que estos pueden estar asociados con un síntoma de fatiga de los músculos respiratorios después de la exposición hipóxica (BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; DELGADO-TERÁN; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019; POLLARD *et al.*, 1997). Comparando los grupos, los pilotos de transporte mostraron valores de VEF significativamente más bajos<sub>1</sub> en las pruebas posteriores. Para el grupo de pilotos de caza, la CVF aumentó y el VEF<sub>1</sub> y el PEF disminuyeron, pero sin cambios significativos para el pre y post test. Los autores asocian el resultado al diferente perfil de entrenamiento físico y preparación técnica de estas poblaciones (BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; DELGADO-TERÁN; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019).

En línea con estos autores, Beer *et al.* (2017) observaron una reducción significativa en los valores medios de flujos y capacidades pulmonares medidos con la ayuda de la espirometría en diez pilotos de combate de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en condiciones de confinamiento y altas cargas de suplemento de oxígeno. Las mediciones se realizaron antes del vuelo y después de la prueba con 12 horas de finalización del vuelo.

Hormeño-Holgado; Clemente-Suárez (2019) evaluó la respuesta psicofisiológica en 29 pilotos de caza de la Fuerza Aérea Española en condiciones de ejercicios de combate y defensa aérea con una duración aproximada de 30 minutos cada uno. Las maniobras de combate se realizaron a altitudes entre 8.000 y 18.000 pies (con suplemento de oxígeno) y con fuerza G entre 0,5 y 5,9. Las mediciones de espirometría se realizaron dos horas antes y 30 minutos después de los vuelos. Los resultados presentados por los autores mostraron una ligera reducción de la CVF y un aumento del VEF<sub>1</sub> y del PFE, sin cambios significativos, en la condición de ejercicio de ataque. Un resultado similar se vio para el ejercicio de defensa, pero con una modificación importante para la CVF (HORMEÑO-HOLGADO; CLEMENTE-SUÁREZ, 2019).

La reducción de los flujos y volúmenes pulmonares en situaciones agudas como las narradas por los estudios anteriormente citados, en condiciones de evaluación inmediatas post vuelo, son plausibles a las condiciones de fatiga de los músculos respiratorios. Öztürk; Ilbasmiş; Akin (2012) describen que las evidencias de fatiga de los músculos respiratorios pueden estar asociadas a las maniobras musculares vigorosas realizadas durante todo el vuelo, con la intención de proveer asistencia mecánica para minimizar el efecto de distorsión torácica, así como, mantener el retorno venoso adecuado (ÖZTÜRK; İLBASMIŞ; AKIN, 2012). Sin embargo, en situaciones crónicas, como las evaluadas en esta investigación, la exposición prolongada a dosis bajas parece desencadenar un aumento en el rendimiento respiratorio.

Es un hecho que la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios mejoran con el entrenamiento de forma similar al músculo esquelético periférico, sin embargo las alteraciones celulares en humanos (SHEEL; MCKENZIE, 2008) –o aún el impacto de esa respuesta en la función pulmonar de pilotos de caza– aún no está documentado.

Es admisible que la exposición continua a deformaciones torácicas, alteraciones vasculares pulmonares, cierres de vías aéreas, además de otras repercusiones peculiares al ambiente de la aviación de combate, lleve a la reproducción de adaptaciones de tejido, vía aérea y parénquima pulmonar. Estos hechos se observaron en esta investigación a través del aumento de los valores medios de resistencia del sistema respiratorio medidos con la ayuda de la pletismografía, así como por la FOT, ya sea para la comparación entre GControl y GPilotos, o por el aumento medio progresivo en los grupos Control, Transporte y Caza, conforme proporcional disminución de la conductancia, proporcionando una medida de transferencia de gas pulmonar.

Adicionalmente, la X<sub>m</sub> medida por medio de la FOT refleja los cambios de homogeneidad pulmonar a partir de las características elásticas del sistema (MELO; WERNECK; GIANNELLA-NETO, 2000; OOSTVEEN *et al.*, 2003), y se observaron valores medios más positivos en esta investigación tanto en el análisis entre los grupos Control y Piloto, como en la comparación Gcontrol, GTransporte y GCazaa. A pesar del aumento de la resistencia y caída de la conductancia, una posible mejora de la elasticidad pulmonar puede ser asociada a la ganancia muscular a largo plazo, con mejor variación de presión y así mejor aprovechamiento ventilatorio.

Aunque los efectos descritos en estudios previos con pilotos de caza se observaron en condiciones agudas y con un número reducido de sujetos, es posible inferir que la singularidad de cada perfil de aviación puede crear diferentes patrones de respuestas fisiológicas.

Además de esto, nuestro estudio destaca las modificaciones tardías de la exposición a los efectos nocivos de la aviación, lo que brinda una mirada complementaria al comportamiento del sistema respiratorio en condiciones crónicas. Teniendo en cuenta que es parte de la rutina del cazador utilizar maniobras de protección anti-G y contra los efectos de G-LOC, lo largo de la jornada ocupacional de vuelo (ÖZTÜRK; İLBASMIŞ; AKIN, 2012), sería relevante asociar la mejora de la función pulmonar observada por nuestro estudio en GCaza en comparación con los otros grupos a esta especificidad.

Se observa que los individuos sanos que viven en estas regiones de gran altitud tienen una función pulmonar ligeramente mejor que los sujetos que viven en altitudes más bajas o al nivel del mar (ARISTIZABAL *et al.*, 2019; DUISHOBAEV *et al.*, 2018).

Buscando aclarar si los cambios encontrados estarían relacionados con el tiempo de exposición a la altura o sólo con la exposición a la carga G, analizamos a los sujetos a partir de subgrupos de horas de vuelo, que es nuestro tercer objetivo.

El cambio en la homogeneidad de la muestra en función de los parámetros antropométricos, con una diferencia significativa en la edad de los subgrupos analizados, se esperaba, ya que los sujetos de reciente incorporación a la FAB aún no han tenido la oportunidad de experimentar mayores momentos de exposición al vuelo. Sin embargo, el grupo con mayor tiempo de vuelo presenta media de edad equivalente a la del grupo control.

La correlación inversa entre las horas de vuelo y los parámetros  $VEF_1/CVF$  y  $FEF_{25-75\%}$  puede aclarar la posible aparición de disfunción de las vías respiratorias pequeñas con una mayor exposición al vuelo. Estos resultados pueden reflejar áreas de atrapamiento y limitación del flujo espiratorio (AZEVEDO; SANTOS, 2018), y pueden estar asociados con cambios en la red vascular pulmonar. Resultados alineados con el comportamiento de valores medios más altos de resistencia y disminución de la conductancia del sistema respiratorio, también observados en este documento. Sin embargo, parámetros como VR/CPT (L y %) presentaron valores decrecientes, contradiciendo estos hallazgos (AZEVEDO; SANTOS, 2018). De esta forma, es plausible que estemos ante cambios iniciales y que no todos los marcadores de disfunción estén alterados.

Para esta muestra, la exposición al trabajo en altitudes elevadas, con base en la caracterización de las horas de vuelo acumuladas, parece traer más efectos nocivos para el sistema respiratorio en los pilotos de caza analizados. Es independiente de la presencia de sobrecarga G.

La literatura carece de artículos que describan cambios en la función pulmonar en poblaciones similares a la analizada en este estudio. Existen reportes previos en poblaciones que residen en ambientes de altura, considerando los efectos temporales o de aclimatación a largo plazo (TALAMINOS-BARROSO *et al.*, 2020). La adaptación cumple con los cambios en los mecanismos de control respiratorio (GARRUTUS; CHIN, 2016), adaptaciones genéticas que se transfieren por generaciones, como el desarrollo de mayores volúmenes pulmonares; cambios en los gradientes arterio-alveolares de oxígeno; y aumento del flujo sanguíneo de la arteria uterina durante el embarazo, lo que sugiere una mejor eficiencia en el transporte y consumo de oxígeno (TALAMINOS-BARROSO *et al.*, 2020). El aumento en el VR también se reporta y justifica por la mejoría en el área alveolar y un aumento moderado en el número de glóbulos



rojos (FRISANCHO, 2013). Sin embargo, en este estudio observamos una reducción de los valores medios de VR con la progresión de la exposición al vuelo.

Los cambios que ocurren en el sistema respiratorio de los sujetos que viven en regiones de gran altitud tienen como objetivo mejorar la eficiencia del consumo y transporte de oxígeno, pero estos parecen seguir diferentes vías de adaptación entre los pueblos (EICHSTAEDT *et al.*, 2014; LORENZO *et al.*, 2014).

Por lo tanto, es posible inferir que hay una suma de acciones que influyen en las adaptaciones del sistema respiratorio de los pilotos de caza frente a las actividades aéreas que ellos ejercen, desde factores particulares, como la exposición a altitudes elevadas, hasta las demandas pertinentes a la sobrecarga de fuerza G.

Ciertamente, se necesitan más estudios para aclarar las modificaciones crónicas de la función pulmonar en la población de pilotos de caza, así como si estas modificaciones permanecen desde el final de la exposición.

## 5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Durante el período de recolección de datos, los voluntarios que postularon para este estudio fueron reubicados en otras bases de Brasil, en vista de la renovación de la pista de aterrizaje en la Base Aérea de Santa Cruz, en Río de Janeiro, donde se encuentran la mayoría de los pilotos de esta muestra. Posteriormente, en el proceso de retomar el flujo de cobranza, se dio el inicio del *lockdown* por la pandemia del covid-19, manteniéndose así por casi dos años. Estos hechos comprometieron la recopilación de datos con estos individuos, lo que llevó a un número reducido de sujetos por grupo.

Complementariamente, es necesario señalar la complejidad de programación y escala de recolección para ese grupo de profesionales, una vez que ellos pertenecen a un grupo de élite de aviadores entre los demás militares de la FAB y, por lo tanto, tienen una agenda sobrecargada de compromisos y misiones inherentes a esa función.

La posible caracterización de la práctica de actividad física realizada de forma rutinaria por cada sujeto de la muestra podría aportar mayor esclarecimiento sobre los resultados, sin embargo, no fue objeto de estudio de esta investigación.

Estudios futuros deben tener en cuenta esas cuestiones y también la posibilidad de reevaluar esos grupos en situaciones de inicio, medio y final de carrera militar, tal cual, pilotos de caza, con la posibilidad de traer información adicional para el análisis.

## 6 CONCLUSIÓN

Observamos un ligero aumento en la función pulmonar en los pilotos de transporte y caza en comparación con el grupo de control. Para este análisis no se observaron cambios indicativos de anomalías o trastornos obstructivos y restrictivos.

Con respecto al período de exposición en vuelo, notamos un ligero aumento en la función pulmonar a medida que avanzaba la exposición, con posible daño inicial en las vías respiratorias pequeñas. Sin embargo, manteniendo los parámetros dentro de los límites de normalidad.

La exposición al trabajo en altitudes elevadas a largo plazo parece traer más efectos dañinos al sistema respiratorio que la presencia de sobrecarga G.

Este estudio destaca la necesidad de comprender mejor las modificaciones pulmonares crónicas en pilotos de caza, ya que no existen relatos en la literatura sobre tales aspectos. De hecho, una mejor aclaración de las lagunas en el conocimiento respectivo puede proporcionar estrategias para mejorar el desempeño humano y la relación hombre-máquina.

Como perspectiva de futuro, presentamos la propuesta de investigación sobre la exposición al vuelo, analizando al aviador desde la escuela hasta los niveles más avanzados de formación. Esta estrategia podría proporcionar datos relevantes para la comprensión del comportamiento pulmonar a largo plazo y complementar los resultados descritos en esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos el apoyo de los pilotos voluntarios, así como de sus comandantes, quienes no escatimaron esfuerzos para el buen desarrollo de esta investigación.

## **AUTORÍA Y COLABORACIONES**

Todos los autores participaron por igual en la elaboración del artículo.

## REFERENCIAS

ALVES, L. F. A. *et al.* Avaliação dos efeitos da altitude sobre a visão. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 5, p. 250–254, 2008. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbof/a/HdF64FQdndd3WSBH9SBkmGn/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ARISTIZABAL-DUQUE, R. *et al.* Reference values for spirometric parameters in healthy children living in a Colombian city located at 2640 m altitude. **Pediatric Pulmonology**, Bethesda, v. 54, n. 6, p. 886–893, 2019. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30957980/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

AZEVEDO, K. R. S.; SANTOS, M. I. V. Medidas dos volumes pulmonares e estratégias de interpretação. **Pulmão RJ**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 33-38, 2018. Disponível: [http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/\\_sopterj\\_redesign\\_2017/\\_revista/2018/n\\_01/6-medidas-dos-volumes-pulmonares-e-estrategias-de-interpretacao.pdf](http://www.sopterj.com.br/wp-content/themes/_sopterj_redesign_2017/_revista/2018/n_01/6-medidas-dos-volumes-pulmonares-e-estrategias-de-interpretacao.pdf). Acesso em: 22 mar. 2023.

BATEMAN, A.W.; JACOBS, I.; BUICK, F. Physical conditioning to enhance +Gz force tolerance: issues and current understanding. **Aviat Space Environ Med**, v. 77, n. 6, p. 573-580, Jun 2006. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16780233>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BEER, J. *et al.* Pulmonary Effects from a Simulated Long-Duration Mission in a Confined Cockpit. **Aerospace Medicine and Human Performance**, Bethesda, v. 88, n. 10, p. 952–957, 2017. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28923145/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Aeronáutica. **Portaria DEPENS nº 29/DE-6, de 19 de janeiro de 2011**. Aprova a reedição da Instrução do Comando da Aeronáutica “Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica (ICA 54-1)”. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2011. Disponível: [https://www2.fab.mil.br/ccise/images/ICA\\_54-1\\_TACF.pdf](https://www2.fab.mil.br/ccise/images/ICA_54-1_TACF.pdf). Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Aeronáutica. **Portaria DIRSA Nº 8/SECSDTEC, de 27 de janeiro de 2016**. Aprova a Reedição da Instrução que trata das Inspeções de Saúde na Aeronáutica. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016. Disponível: [https://www.fab.mil.br/icas/ICA\\_160-6\\_REED\\_NOV\\_2016.pdf](https://www.fab.mil.br/icas/ICA_160-6_REED_NOV_2016.pdf). Acesso em: 22 mar. 2023.

BULBULIAN, R. Physical training and +Gz tolerance reevaluated. **Aviat Space Environ Med**, v. 57, n. 7, p. 709-711, Jul, 1986. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3741295>. Acesso em: 04 abr. 2023

BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, A.; DELGADO-TERÁN, M.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Psychophysiological response of different aircrew in normobaric hypoxia training. **Ergonomics**, London, v. 62, n. 2, p. 277–285, 2019. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140139.2018.1510541>. Acceso en: 22 mar. 2023.

CORDAIN, L.; STAGER, J. Pulmonary structure and function in swimmers. **Sports Med**, 6, n. 5, p. 271-278, 1988. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3064235>. Acceso en: 04 abr. 2023.

DROBNIC, F.; GARCÍA-ALDAY, I.; BANQUELLS, M.; BELLVER, M. Interstitial Pulmonary Edema and Acetazolamide in High-Performance Sport: A Case Report. **Arch. Bronconeumol**, v.54, n.11, p. 584-585, Nov, 2018. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29602623>. Acceso en: 04 abr, 2023.

DUBOIS, A.B.; BRODY, A.W.; LEWIS, D.H., BURGESS Jr, B. F. Oscillation mechanics of lungs and chest in mam. **J Apply Physiol.**; v. 8, n. 6, p. 587–94, 1956. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13331841/> Acceso en: 04 abr. 2023.

DUISHOBAEV, M. *et al.* FEV1 and FVC changes at high altitude residents in Kyrgyzstan. **European Respiratory Journal**, Sheffield, v. 52, n. 62, p. 1404, 2018. Disponible: <https://www.ers-education.org/lr/show-details/?idP=209579>. Acceso en: 22 mar. 2023.

EICHSTAEDT, C. A. *et al.* The Andean adaptive toolkit to counteract high altitude maladaptation: Genome-wide and phenotypic analysis of the collas. **PloS One**, San Francisco, v. 9, n. 3, p. 1–12, 2014. Disponible: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0093314>. Acceso en: 20 ago. 2022.

FRISANCHO, A. R. Developmental functional adaptation to high altitude: review. **American Journal of Human Biology**, Bethesda, v. 25, n. 2, p. 151-168, 2013. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24065360/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

GRAHAM, B. *et al.* Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, Bethesda, v. 200, n. 8, p. 70-88, 2015. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31613151/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

GINDHART, R.T. The air force physical fitness program is it adequate? Command and Staff College. Air University, United States Air Force. Alabama, p.14-15, April, 1999.

GÜL, M.; SALMANOĞLU, M. Long-term high +Gz effects on cardiac functions in the pilots. **Anatolian Journal of Cardiology**, Bethesda, v. 12, n. 8, p. 675, 2012. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23018090/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

HORMEÑO-HOLGADO, A. J.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J. Effect of 20ifrente combat jet manoeuvres in the psychophysiological response of professional pilots. **Physiology & Behavior**, Bethesda, v. 208, p. 1-5, 2019. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31128128/>. Acesso en: 22 mar. 2023.

LORENZO, F. R. *et al.* A genetic mechanism for Tibetan high-altitude adaptation. **Nature Genetics**, Oklahoma, v. 46, n. 9, p. 951-956, 2014. Disponível: <https://www.nature.com/articles/ng.3067>. Acesso en: 22 mar. 2023.

LUNDBY, C.; ROBACH, P. Does 'altitude training' increase exercise performance in elite athletes? **Exp Physiol**, v. 101, n. 7, p. 783 - 788, jun, 2016. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27173805>. Acesso en: 04 abr. 2023.

MCKENZIE, D. C. Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise. **Br J Sports Med**, v. 46, p. 381-384, 2012. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22267571>. Acessado el: 04 abr. 2023.

MELO, P. L.; WERNECK, M. M.; GIANNELLA-NETO, A. Um novo espectrômetro de impedância para estudos científicos e clínicos do sistema respiratório. **Review of Scientific Instruments**, New York, v. 71, n. 7, p. 2867-2872, 2000. Disponível: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.1150705>. Acesso en: 22 mar. 2023.

MUNGOGE, W.; ANJOS, Z.; BARROS, R. Importância dos parâmetros caracterizadores da resistência das vias aéreas na avaliação funcional respiratória. *Revista de Ciências da Saúde da Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa*, v. 8, p.27-36, 2016. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/305703410/>. Acesso en: 04 abr.2023.

NAVAJAS, D.; FARRÉ, R. Forced oscillation technique: from theory to clinical applications. **Monaldi Archives for Chest Disease**, Bethesda, v. 56, n. 6, p. 555-562, 2001. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11980289/>. Acesso en: 22 mar. 2023.

NEDER, J. A. *et al.* Reference values for lung function tests. I. Static volumes. **Brazilian Journal Of Medical And Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999. Disponível en: <https://www.scielo.br/j/bjmbr/a/dwWd5frtHDq5fkjZQ7BybDv/?format=pdf&lang=em>. Acesso en: 22 mar. 2023.

NORDAHL, S. H. *et al.* Effects of hypobaric hypoxia on postural control. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, Bethesda, v. 69, n. 6, p. 590-595, 1998. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9641406/>. Acesso en: 22 mar. 2023.

OOSTVEEN, E. *et al.* The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. **European Respiratory Journal**, Bethesda, v. 2, n. 6, p. 1026–1041, 2003. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14680096/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

ÖZTÜRK, C.; İLBASMIŞ, M. S.; AKIN, A. Cardiac responses to long duration and high magnitude +Gz exposure in pilots: an observational study. **Anatolian Journal of Cardiology**, Bethesda, v. 12, n. 8, p. 668–674, 2012. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22968302/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

PEREIRA, C. A. C.; MOREIRA, M. A. F. J. Pletismografia – resistência das vias aéreas. **Jornal de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 139–150, 2002. Disponible: [https://cdn.publisher.gn1.link/jornaldepneumologia.com.br/pdf/Suple\\_142\\_45\\_66%20Pletismografia.pdf](https://cdn.publisher.gn1.link/jornaldepneumologia.com.br/pdf/Suple_142_45_66%20Pletismografia.pdf). Acceso en: 22 mar. 2023.

PETRASSI, F. A. *et al.* Hypoxic hypoxia at moderate altitudes: review of the state of the science. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, Bethesda, v. 83, n. 10, p. 975–984, 2012. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23066620/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

POLLARD, A. J. *et al.* Hypoxia, hypocapnia and spirometry at altitude. **Clinical Science**, Bethesda, v. 92, n. 6, p. 593–598, 1997. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9205420/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

PRISK, G. K. Pulmonary circulation in extreme environments. **Comprehensive Physiology**, Bethesda, v. 1 p. 319–338, 2011. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23737175/>. Acceso en: 22 mar. 2023.

RODRÍGUEZ, F.A.; IGLESIAS, X.; FERICHE, B.; CALDERÓN-SOTO, C.; CHAVERRI, D.; WACHSMUTH, N. B.; SCHMIDT, W.; LEVINE, B.D. Altitude Training in Elite Swimmers for Sea Level Performance (Altitude Project). **Med Sci Sports Exerc**, v. 47, p. 1965–1978, 2015. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25628173>. Acceso en: 04 abr. 2023.

RUSSOMANO, T.; CASTRO, J. C. **Fisiologia Aeroespacial**: conhecimentos Essenciais para voar com segurança. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2012.

SÁ, P. M. *et al.* Oscillation mechanisc of the respiratory system in never-smoking patients with silicosis: pathophysiological study and evaluation of diagnostic accuracy. **Clinical Science**, São Paulo, v. 68, n. 5, p. 644–651, 2013. Disponible: <https://www.scielo.br/j/clin/a/JXMZsRVfCM7MwdcJf8DYZ7f/?format=pdf&lang=en>. Acceso en: 22 mar. 2023.

SAUVET, F. *et al.* Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight. **Aviat Space and Environmental Medicine**, Bethesda, v. 80, n. 10, p. 862-869, 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19817238/>. Acesso en: 22 mar. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, 2009. Disponível: <https://www.jornaldepneumologia.com.br/details-suppl/45>. Acesso en: 22 mar. 2023.

TALAMINOS-BARROSO, A. *et al.* Effects of genetics and altitude on lung function. **The Clinical Respiratory Journal**, New Jersey, v. 15, n. 3, p. 247-256, 2020. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/crj.13300>. Acesso en: 22 mar. 2023.

TESCH, P.A.; HJORT, H.; BALLDIN, U.I. Effects of strength training on G tolerance. **Aviat Space Environ Med**, v. 54, n. 8, p. 691-695, aug, 1983. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6626076>. Acesso en: 04 abr. 2023.

TRINDADE, A. M.; SOUSA, T. L. F.; ALBUQUERQUE, A. L. P. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros? **Pulmão RJ**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 3-7, 2015. Disponível: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-764757>. Acesso en: 22 mar. 2023.

WARBURTON, D. E. R.; SHEEL, W. A.; MCKENZIE, D. C. Cardiorespiratory adaptations to training. In: SCHWELLNUS, M. P. (ed.). **Olympic Textbook of Medicine in Sport**. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2008.

WEITZ, C.A.; GARRUTO, R.M.; CHIN, C-T. Larger FVC and FEV1 among Tibetans compared to Han born and raised at high altitude. **American Journal of Physical Anthropology**, Bethesda, v 159, n. 2, p. 255-255, 2016. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26407532/>. Acesso en: 22 mar. 2023.

WEST, J. B. A strategy for in-flight measurements of physiology of pilots of high-performance fighter aircraft. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 115, p. 145–149, 2013. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23599400/>. Acesso en: 22 mar. 2023.





# Defensa Alimentaria y Salud Operacional: Protección Contra la Contaminación Intencional de Alimentos en las Fuerzas Armadas

*Food defense and operational health: protection against intentional food contamination in the Armed Forces*

**Resumen:** La adulteración intencional de la cadena de suministro de alimentos es una preocupación de gobiernos, organizaciones y sociedades, principalmente a partir de los atentados terroristas del 11 de septiembre de 2001, lo que motivó la adopción de medidas frente a este proceso de contaminación, que pasó a denominarse defensa alimentaria. El objetivo de este artículo fue sistematizar las evidencias en cuanto a la evaluación de amenazas y procedimientos que promuevan acciones de defensa alimentaria en países y Fuerzas Armadas. El método consistió en una revisión integrativa de la literatura, con investigación en las bases Web of Science, SciELO, Lilacs e Google Académico. Los resultados revelan la aplicación de conceptos sobre el tema mediante el uso de herramientas, como software y listas de cotejo, con el desarrollo de sistemas de defensa alimentaria. A nivel gubernamental, las iniciativas relacionadas con la implementación de legislaciones sobre la contaminación intencional de los alimentos son incipientes, con la excepción de los Estados Unidos de América. En Brasil, por su parte, es necesario tratar la defensa alimentaria como política de seguridad nacional para preservación de la salud operacional del efectivo militar.

**Palabras clave:** Defensa Alimentaria; Fuerzas Armadas; Salud Operativa; Contaminación intencional de alimentos.

**Abstract:** The intentional adulteration of the food supply chain is a concern for governments, organizations, and societies, especially after the terrorist attacks of September 11, 2001, resulting in measures against intentional food contamination, known as Food Defense. This study aimed to systematize evidence on threat assessment and procedures that promote Food Defense actions in countries and Armed Forces. The method consisted of a integrative literature review with searches in the Web of Science, SciELO, Lilacs, and Google Scholar databases. The results of this research reveal the application of concepts on the subject through the adoption of tools, such as software and checklists, with the development of Food Defense systems. In the government area, initiatives related to the implementation of legislation on intentional food contamination are incipient, except for the United States of America. In Brazil, it is necessary to address the Food Defense subject as a national security policy to preserve the operational health of the military.

**Keywords:** Food Defense; Armed Forces; Operational Health; Intentional food contamination.

**Jader Oliveira da Silva** 

Universidade Federal de São Paulo e  
Comando do Exército Brasileiro.  
São Paulo, SP, Brasil.  
helegomes37@gmail.com

**Laís Mariano Zanin** 

Universidade de São Paulo.  
São Paulo, SP, Brasil.  
zanin.lais@gmail.com

**José Roberto Pinho de Andrade Lima** 

Escola Superior de Defesa. Ministério da  
Defesa. Brasília, DF, Brasil.  
jose.roberto@defesa.gov.br

**Elke Stedefeldt** 

Universidade Federal de São Paulo.  
São Paulo, SP, Brasil.  
elke.stedefeldt@unifesp.br

**Recibido: 29 Oct. 2022**

**Aprobado: 17 abr. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

Se espera que la población mundial alcance al menos nueve mil millones de habitantes para el año 2050, requiriendo hasta un 70% más de los recursos utilizados actualmente, lo que creará la necesidad de otros sistemas alimentarios productivos y el desarrollo de articulaciones logísticas sostenibles (FRITSCHÉ, 2018).

El sistema alimentario, según Pitaluga y Le Bourlegat (2022), es la unión de elementos y actividades relacionadas con la producción, procesamiento, distribución, preparación y consumo, teniendo particularidades intrínsecas a la cadena de suministro de alimentos. Esta configuración presenta un continuo aumento en complejidad, diversidad e interdependencia de los sistemas domésticos y globales, con el desarrollo de estrategias de gestión de riesgos para proteger los procesos de abastecimiento alimentario de las posibles adulteraciones, intencionales o no, estableciendo parámetros, a fin de minimizar los impactos económicos y problemas de salud pública (ANDRADE; OLIVEIRA; SILVA, 2021).

La contaminación intencional de alimentos es motivo de preocupación para varios sectores de los países desarrollados a lo largo de décadas. En diciembre de 2004, en una conferencia de prensa, en la que anunciaría su salida del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos de América, el entonces secretario Tommy Thompson cuestionó en cuanto a si los terroristas no habían atacado la cadena alimentaria en territorio estadounidense, “porque era tan fácil hacerlo” (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2006). La Organización Mundial de la Salud reconoce la contaminación de alimentos de forma intencional como una de las mayores amenazas para la salud del siglo XXI y puede ser utilizada como instrumento para ataques terroristas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007).

La cuestión de la defensa alimentaria es un tema importante en la protección de negocios y de consumidores contra amenazas internas y externas (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2019), principalmente, después del 11 de septiembre de 2001, que trajo, desde entonces, una preocupación con la seguridad de la cadena de suministro de alimentos para gobiernos, organizaciones y sociedades a nivel mundial. El tema de la defensa alimentaria está relacionado con todas las formas de acción maliciosa de contaminación de lotes o cadenas de suministro (MANNING, 2023). La United States Food and Drug Administration (FDA) (2022) define la defensa de los alimentos como el esfuerzo por proteger los alimentos de actos de adulteración intencional.

El impacto potencial de la contaminación intencional en la salud humana se puede estimar extrapolando muchos ejemplos documentados de brotes involuntarios de enfermedades de transmisión de alimentos y agua (DTHA) (SOBEL, 2005). Sin embargo, algunos casos característicos de contaminación intencional han ganado repercusión entre los consumidores. Por ejemplo, la contaminación de lotes de fresas con agujas en Australia, en 2018, la cual trajo un impacto bastante negativo del producto, con perjuicios económicos y la reducción drástica de su consumo por la pérdida de confianza en su calidad sanitaria.

Según Andrade, Oliveira y Silva (2021), existe una brecha de conocimiento sobre qué estrategias de defensa alimentaria deben abordarse, con la necesidad de que las organizaciones de la cadena alimentaria adopten diferentes planes de defensa. Para identificar estas estrategias,

es importante reconocer los diferentes agentes que pueden clasificarse como amenazas, y que Manning (2023) clasifica en cinco categorías: agentes que practican el espionaje; extorsión; sabotaje; extremistas y activistas.

Provocar la escasez de alimentos fue siempre un método de guerra, siendo la restricción o la destrucción de alimentos formas de obtener ventaja militar sea por acciones ofensivas, sea defensivas y que, no raras veces, determinan los resultados de una batalla (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

Los objetivos de este artículo fueron sistematizar las evidencias sobre la evaluación de amenazas y procedimientos que promuevan acciones en defensa alimentaria, que aseguren la protección de la cadena logística de alimentos contra la contaminación intencional; la protección de la salud y operatividad en el ámbito militar brasileño y en el exterior, así como presentar el histórico y los conceptos de defensa alimentaria abordados por diferentes organizaciones e investigadores.

## 2 MÉTODOS

Este artículo se desarrolló por una revisión integrativa de la literatura a través de investigaciones realizadas por los autores. La investigación buscó informaciones iniciales de una realidad para formular hipótesis acerca de la realidad de la defensa alimentaria. Se utilizaron fuentes bibliográficas, documentos, leyes, reglamentos y referenciales técnicos. Además, se han estudiado los sistemas existentes relacionados con la defensa alimentaria.

Para completar la investigación se utilizó la siguiente pregunta orientadora: ¿Cuáles son las evidencias, conceptos y acciones en Defensa Alimentaria utilizados en los entornos militares y civiles de diferentes países? Con eso, se pensó en el historial de incidentes de contaminación intencional de alimentos, así como en las posibles características de los individuos que realizan esas acciones. Para la selección de los estudios, se optó por la estrategia PICO (Participante, intervención, Comparación y *Outcome* (Resultado)), según Schweitzer *et al* (2016), descrita en la Tabla 1. La elaboración de la pregunta de investigación y la búsqueda bibliográfica permitieron obtener la mejor información disponible y orientar la revisión bibliográfica realizada. Cabe destacar, por último, que la búsqueda se limitó a los artículos escritos en inglés y portugués.

**Tabla 1 - Criterios de inclusión adoptados a través de la estrategia PICO**

Acrónimo	Definición	Descripción
P	Participantes	Órganos militares y civiles
I	Intervención	Análisis de acciones (procedimientos) en defensa alimentaria en los ambientes militares y civiles de varios países, ante la contaminación intencional de los alimentos
C	Comparación	Situación de defensa alimentaria en Brasil y otras naciones (ambiente civil y militar). Historial de acciones maliciosas de contaminación de alimentos en Brasil y en el mundo
R	Resultado	Fuerzas Armadas que presentan plan de defensa alimentaria funcional

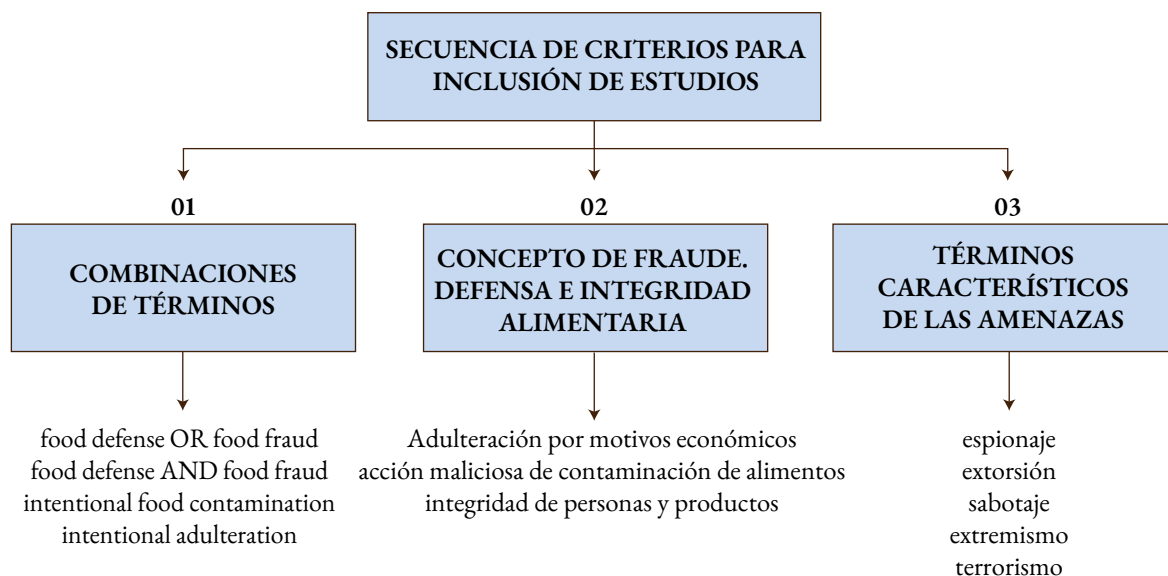
Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

Se realizó un estudio observacional retrospectivo, organizado según los Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis (Prisma), con base en la literatura sobre defensa alimentaria.

La revisión de la literatura se dio de forma independiente por el autor principal y un investigador, con ayuda de la selección de estudios publicados en Pubmed; Capes; Scielo; Lilacs; Web Science y Google Académico, utilizando los mismos criterios de búsqueda para todas las bases. En cuanto a la ubicación de los artículos, se utilizaron las siguientes combinaciones: food defense OR food fraud AND food defense AND food fraud OR intentional food contamination AND intentional adulteration. Las referencias de los estudios elegibles se analizaron para encontrar otras publicaciones de interés mediante el método de referencia cruzada.

De esta forma, los factores de inclusión fueron definidos según las palabras y combinaciones esenciales para la investigación, las conceptualizaciones necesarias para comprender los factores vinculados a la adulteración intencional de alimentos y las características clave intrínsecas a los tipos de amenazas de esta contaminación intencional. Después de la búsqueda, los artículos fueron seleccionados por título y resumen. La Figura 1 presenta la secuencia para el establecimiento de los criterios de inclusión de estudios en la investigación.

**Figura 1 – Secuencia de criterios para la inclusión de estudios**



Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

No hubo limitación en cuanto al período de publicación, a fin de contemplar la producción científica hasta el momento de la investigación.

Después de leer el título y el resumen, se adoptó como criterio de exclusión los estudios que presentaran un enfoque predominante en la seguridad de los alimentos, cuyos conceptos remiten a la contaminación involuntaria de los alimentos.

La etapa final de inclusión fue la lectura de los artículos en su totalidad. Fueron consultados y seleccionados los artículos originales atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión.

La búsqueda se realizó entre los períodos de febrero de 2018 a septiembre de 2022. La categorización de los niveles de evidencia se realizó de acuerdo con el sistema Grade del manual de *Directrices Metodológicas* del Ministerio de la Salud (BRASIL, 2014), presentado en el Cuadro 1.

**Cuadro 1 – Categorización de los niveles de evidencia**

NIVEL	DEFINICIÓN	IMPLICACIONES	FUENTE DE INFORMACIÓN
ALTO	Existe una gran confianza en que el efecto real es cercano al estimado	Es poco probable que el trabajo adicional modifique la confianza en la estimación del efecto	- Ensayos clínicos bien delineados con muestra representativa - En algunos casos, estudios observacionales bien delineados con hallazgos consistentes
MODERADO	Existe una gran confianza en que el efecto real es cercano al estimado	El trabajo futuro podrá modificar la confianza en la estimación de efecto, e incluso puede modificar la estimación	- Ensayos clínicos con limitaciones leves. - Estudios observacionales bien delineados con hallazgos consistentes
BAJO	La confianza en el efecto es limitada	El trabajo futuro probablemente tendrá un impacto importante en nuestra confianza en la estimación del efecto	- Ensayos clínicos con limitaciones moderadas. – Estudios observacionales comparativos: cohorte y caso-control
MUY BAJO	La confianza en la estimación del efecto es muy limitada. Existe un importante grado de incertidumbre en los hallazgos	Cualquier estimación del efecto es incierta	- Ensayos clínicos con limitaciones graves - Estudios observacionales comparativos con presencia de limitaciones - Estudios observacionales no comparados Opinión de expertos

Fuente: Ministerio de Salud (2014).

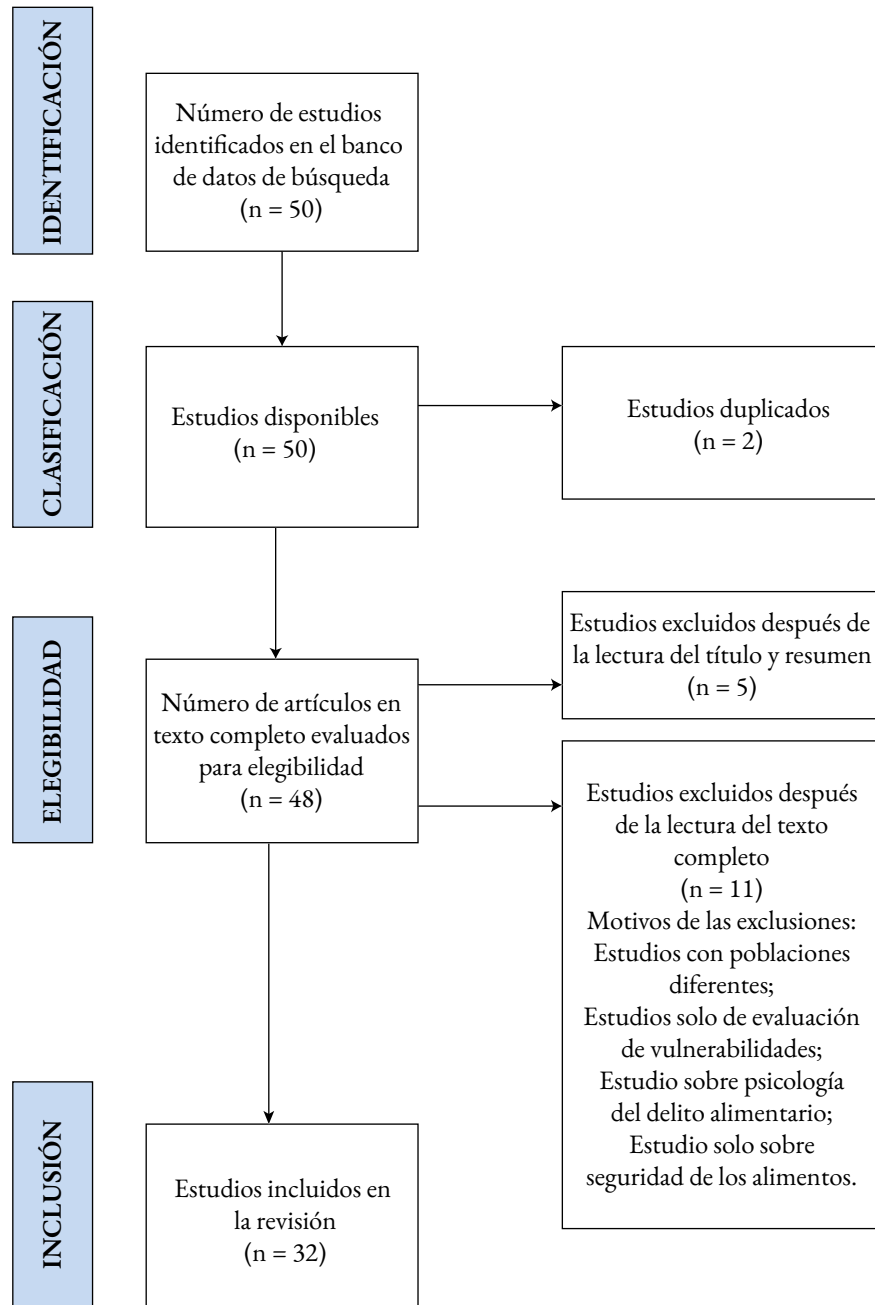
### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los objetivos de este artículo fueron sistematizar las evidencias sobre la evaluación de amenazas y procedimientos que promuevan acciones en defensa alimentaria capaces de asegurar la protección de la cadena logística de alimentos contra la contaminación intencional y la protección de la salud y operatividad, ya sea en el ámbito militar brasileño o en el exterior. Además, se pretende presentar un historial en cuanto a la contaminación voluntaria e investigar algunos conceptos de defensa alimentaria abordados por diferentes organizaciones e investigadores.

En total, se incluyeron 32 artículos en la revisión final, como se indica en el diagrama de flujo (Figura 2). Los resultados de esta revisión muestran que las variables entre los tipos de amenazas maliciosas practicadas, de vulnerabilidades del sistema y las estrategias utilizadas para el análisis y adopción de medidas relacionadas a la defensa alimentaria son diversas.

El total de 12 estudios investigados abordaron herramientas para la aplicación de listas de verificación en defensa alimentaria en un sistema, infraestructura o servicio de alimentación colectiva, posibilitando la evaluación del riesgo de la ocurrencia de contaminación intencional de alimentos y sus niveles de evidencia, conforme a la Tabla 2.

Figura 2 – Diagrama de flujo de los estudios incluidos en la revisión integrativa de literatura

Fuente: adaptado de Moher *et al.*, 2009

La Tabla 3 presenta 20 estudios incluidos en la revisión después de la evaluación para su inclusión en este artículo. Los estudios enumerados en las Tablas 2 y 3 fueron los incluidos en la revisión (n = 32). A partir de los resultados obtenidos en la utilización de esas herramientas (Tabla 2) y, en conjunto con la aplicación de las bases conceptuales (Tabla 3), fueron proporcionadas las condiciones para adopción de medidas que promuevan acciones en defensa alimentaria y que aseguren la protección de la cadena logística de alimentos.

Tabla 2 – estudios incluidos que abordan herramientas para la evaluación de requisitos en defensa alimentaria y niveles de evidencia

ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN	RESULTADO	NIVEL DE EVIDENCIAS
United States Departamento de Agricultura (2007)	Establecimientos de obtención de productos de origen animal en los Estados Unidos de América	Sacrificio de aves y bovinos	Evaluación de vulnerabilidades en defensa alimentaria en los auditados	Reducción del riesgo de acción maliciosa durante la operación de sacrificio de aves y bovinos, en establecimientos de los Estados Unidos de América	ALTO
United States of America (2009a)	Establecimientos de sacrificio y procesamiento de productos de origen animal en los Estados Unidos de América	Procesamiento de productos de origen animal en los Estados Unidos de América		Reducción del riesgo de acción maliciosa durante las fases de procesamiento y almacenamiento de productos de origen animal en los Estados Unidos de América	ALTO
United States of America (2009b)	Empresas de alimentos en diferentes países	Cadena de suministro de alimentos		Utilización a nivel mundial del <i>programa</i> Carver libre + Shock Primer	ALTO
Indiana State Department of Health (2011)	Establecimientos productores, procesadores y de los servicios de alimentación del estado de Indiana (EEUU)	Cadena de suministro de alimentos del estado de Indiana (Estados Unidos)		Estandarización del método de evaluación en defensa alimentaria en todo el territorio estatal	ALTO
United States of America (2012)	Unidades de alimentación escolar de los Estados Unidos de América	Enseñanza	Evaluación de proveedores de la empresa	Reducción del riesgo de contaminación intencional o manipulación de la alimentación escolar	ALTO
Kraft Foods (2015) (Actual Kraft Heinz)	Empresas proveedoras de ingredientes para la elaboración de productos alimenticios	Empresa de alimentos		Adopción de procedimientos para prevención de recepción de materia prima contaminada por acción maliciosa	BAJO

continuará

Tabla 2 – Continuación

ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS	ACTIVIDAD	EVALUACIÓN	RESULTADO	NIVEL DE EVIDENCIAS
Dla Troop Support (DEFENSE LOGISTICS AGENCY, 2016) Agencia de apoyo logístico al combate de fuerzas militares de los Estados Unidos de América	Proveedores de alimentos bajo contrato con la Defense Logistics Agency	Cadena de suministro de alimentos	Auditar a las empresas sobre la implementación y aplicación de los fundamentos en defensa alimentaria por parte de las empresas proveedoras de alimentos para organizaciones militares	Reducción de riesgos de recepción intencional de alimentos contaminados a tropas militares apoyadas por la agencia	ALTO
Universidade de Lisboa (PORTUGAL, 2017)	Plantas industriales alimentarias en Portugal	Industria de productos de origen animal	Evaluación de la implementación de los requisitos de defensa alimentaria	Lista de verificación de defensa alimentaria para operadores de alimentos desarrollada y aplicada	MODERADO
Severino; Almeida (2017) Food Defense: Sistemas de gestión contra el terrorismo alimentario	Empresas de la cadena de suministro	Investigación y Desarrollo	Sistemas de gestión contra el terrorismo alimentario	Reducción del riesgo de acciones de terrorismo alimentario	MODERADO
British Standards Institution PAS 96 (2017)	Empresas de alimentos	Cadena de suministro de alimentos	Evaluación de amenazas y vulnerabilidades en Defensa Alimentaria	Protección de la integridad y salud de los alimentos y de la cadena alimentaria Defensa Alimentaria	ALTO
Ejército Portugués (2017)	Servicios de alimentación del Ejército portugués	Militar		Adopción de procedimientos para la eliminación de riesgos de contaminación intencional de alimentos en tiempos de paz y en operaciones militares del Ejército Portugués	ALTO
OTAN (2019)	Servicios de alimentación de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).	Militar		Adopción de procedimientos para eliminar riesgos de contaminación intencional de alimentos y mantenimiento de la operatividad en los diversos teatros de Operaciones de la organización	ALTO

Fuente: elaborado por los autores, 2023.



Tabla 3 – estudios incluidos en la revisión integrativa que tratan cuestiones conceptuales

ESTUDIO	GRUPO DE INTERÉS	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESULTADO
World Health Report (2007)	Estados miembros de la World Health Organization	Protección de la salud	Promover discusiones internacionales y ejercicios sobre bioterrorismo	Identificación de riesgos y métodos de contención y control
World Health Organization (2008)	Estados miembros de la World Health Organization	Preparación; producción y procesamiento de alimentos	Alertar a los Estados miembros sobre la posibilidad de utilizar los alimentos como vehículo para actos terroristas y brindar orientación sobre cómo actuar contra estos actos, prevención y respuesta.	Guía para el fortalecimiento, prevención y respuesta ante actos de terrorismo alimentario
Mara; McGrath (2009)	Ejército de los Estados Unidos de América	Logística militar	Discutir sobre las áreas más vulnerables del suministro de alimentos militares de los Estados Unidos de América y la defensa de los alimentos para las tropas estacionadas fuera del territorio estadounidense	Guía para el sistema de Defensa Alimentaria estadounidense, en los procesos de adquisición, preparación y protección en instalaciones militares de los Estados Unidos de América
Dalziel (2009)	Cadena de suministro de alimentos	Seguridad Nacional	Comprender, examinar y sistematizar exhaustivamente todos los incidentes de contaminación maliciosa e intencional de la cadena de suministro, donde la cadena de suministro es un vehículo para la propagación de estos agentes químicos, físicos biológicos y nucleares	Producción de material con encuesta sobre la contaminación intencional de la cadena de suministro de alimentos a nivel mundial
Association Française de Normalisation (2015)	Cadena de producción de alimentos de Francia	Preparación; producción y procesamiento de alimentos	Promover la Defensa Alimentaria en la cadena de suministro de Francia	Guía para la protección de la cadena alimentaria francesa contra acciones maliciosas, criminales o terroristas
Manning; Soon (2016)		Investigación	Revisión conceptual de literatura	Encuentro de definiciones contradictorias en la literatura; comparación y contraste de las herramientas de evaluación de riesgos de delitos alimentarios existentes y su aplicación

continuará

Tabla 3 – Continuación

ESTUDIO	GRUPO DE INTERÉS	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESULTADO
Severino; Almeida (2017)	Cadena de producción de alimentos de Portugal y países de habla portuguesa	Preparación; producción y procesamiento de alimentos	Discutir metodologías contra la contaminación intencional de alimentos	Guía sobre integración de sistemas de gestión de seguridad alimentaria
Davidson, <i>et al.</i> (2017)	Cadena de suministro de alimentos de Europa	Cadena de suministro de alimentos en fase previa al comercio minorista	Analizar cómo la defensa alimentaria contribuye a la integridad de la cadena de suministro de alimentos	Demostró cómo la Defensa Alimentaria debe ser una parte integral de la integridad de la cadena de suministro de alimentos y no solo una ocurrencia tardía después de un incidente.
Ministerio de Defensa (BRASIL, 2018)	Miembros de la Armada, el Ejército y la Fuerza Aérea de Brasil	Logística militar	Discutir la implantación del sistema de Defensa Alimentaria en el contexto militar de Brasil	Creación del grupo de trabajo de Defensa Alimentaria del ministerio de defensa
United States of America (2018)	Establecimientos de alimentos de los Estados Unidos de América	Servicio de inspección y seguridad alimentaria	Desarrollar un plan de defensa alimentaria dividido en cuatro fases	Plan de Defensa de Alimentos funcional
Figueira (2018)	Empresas productoras de condimentos cárnicos	Enseñanza e investigación	Describir las posibles formas de contaminación intencional en los insumos utilizados en fábrica de producción de insumos cárnicos	Identificación de vulnerabilidades y creación de un plan de Defensa Alimentaria para una fábrica de insumos cárnicos
Moerman (2018)	Agricultura y sector de producción de alimentos	Enseñanza e investigación	Proporcionar una visión general de los diferentes objetivos propensos a actos de contaminación intencional de alimentos	Guía de orientación sobre la defensa alimentaria en la práctica, en las fases de operaciones, recepción, almacenamiento, procesamiento, embalaje y envío de productos
Manning (2019)	Establecimientos de alimentos	Investigación	Posicionar la Defensa Alimentaria como una estrategia de mitigación de riesgos de la cadena de suministro	Producción de material que refina la taxonomía de las amenazas de defensa alimentaria.

continuará

Tabla 3 – Continuação

ESTUDIO	GRUPO DE INTERÉS	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESULTADO
Chammem; Issaoui; De Almeida <i>et al.</i> (2019)	Industria alimentaria en todas las etapas y consumidores	Investigación	Discutir las características regulatorias de las agencias de control de alimentos, en diferentes regiones del mundo	Producción de material sobre el tema
Lopes, <i>et al.</i> (2020)	Industria de procesamiento de lácteos	Enseñanza e investigación	Evaluar la percepción de los procesadores de lácteos brasileños en relación con la defensa alimentaria	En la percepción de las empresas auditadas en Brasil sobre Defensa Alimentaria, la seguridad externa fue la más importante (84%), seguida de la seguridad personal (82%), general (81%) y seguridad interna (74%).
Centre for the Protection of National Infrastructure (2021)	Sector agrícola del Reino Unido	Seguridad de las áreas de infraestructura del Reino Unido	Proporcionar protección a las áreas consideradas críticas en la infraestructura del Reino Unido, incluida la agricultura en el Reino Unido	Protección de instalaciones físicas y cibernéticas
Alves (2021)	Sector agrícola de la Unión Europea	Seguridad y defensa nacional	La defensa alimentaria como instrumento de prevención contra el agroterrorismo, el terrorismo y la delincuencia alimentaria en la Unión Europea	Producción de material que expuso la posibilidad del uso de patógenos en las cadenas de suministro
Praia; Henriques (2021)	Industria alimentaria cárnica en Portugal	Investigación	Auditorías de Defensa Alimentaria en industrias de productos cárnicos	Verificación de vulnerabilidades e inexistencia de planes de defensa alimentaria
Rapid Alert System for Food and Feed (2022)	Cadena alimentaria de los países miembros de la Unión Europea	Seguridad alimentaria en la Unión Europea	Promover el intercambio de información entre los países miembros de la Unión Europea, en apoyo a las autoridades sanitarias para una reacción rápida en casos de riesgos para la salud pública	Protección alimentaria de la Unión Europea

Fuente: elaborado por los autores, 2023.

### 3.1 Histórico

La historia describe varios ejemplos de interrupción de suministros o contaminación intencional de alimentos, que se utilizan como ataques militares contra el enemigo (BUCHANAN; APPEL, 2010). La importancia del apoyo logístico se ha considerado durante mucho tiempo vital para mantenerse en combate, legitimando la famosa frase afirmada por Napoleón Bonaparte: “un ejército marcha sobre su estómago” (BRASIL, 2019a).

El historial de eventos de contaminación intencional se destaca en los estudios, presentados por Dalziel (2009), Severino; Almeida (2017) y Praia; Henriques (2021) (Tabla 3).

Durante el asedio de Leningrado, en la Segunda Guerra Mundial, Hitler buscó el exterminio por inanición de las poblaciones dominadas, como lo registra Max Hastings (2012):

Se consultó al profesor Ernst Ziegelmeyer del Instituto de Nutrición de Munich, uno de los muchos científicos que dieron consejos diabólicos a los nazis, sobre los aspectos prácticos (imponer la inanición en Leningrado). Estuvo de acuerdo en que no había necesidad de una batalla; sería imposible que los rusos proporcionaran a sus ciudadanos sitiados más de 250 gramos de pan por día, ración insuficiente para mantener la vida humana durante un tiempo prolongado. (HASTINGS, 2012, p. 183-184)

En 2001, el material encontrado en el campo de entrenamiento agrícola de Tarnak en Afganistán indicó el interés del grupo terrorista Al-Qaeda en agentes patógenos de origen vegetal y animal (DALZIEL, 2009).

Entre 1998 y 2008, los siguientes agentes fueron identificados como involucrados en eventos deliberados de contaminación de alimentos: arsénico, cianuro, heces, herbicidas, químicos de limpieza del hogar, insecticidas, sulfato de nicotina, pesticidas, rodenticidas y tetramina. Cabe destacar que algunos países ya han experimentado eventos de contaminación intencional, con repercusiones en la salud pública, por ejemplo, Australia, Canadá, China/Hong Kong, Irak, Italia, Japón, Corea, Filipinas, Tailandia y los Estados Unidos de América (DALZIEL, 2009).

En Brasil, el Informe Figueiredo describe que la tribu Cinta Larga, en Mato Grosso, habría sido exterminada en julio de 1963 por dinamita lanzada desde un avión hacia la comunidad indígena. Además, se sabe que también hubo el uso de estricnina, una sustancia tóxica, agregada al azúcar. Este crimen fue conocido como Masacre del Paralelo 11, resultando en 3.500 indígenas muertos (VANÇAN; RODRIGUES, 2021).

En 1981, España tuvo uno de los brotes más grandes de la historia, en el que se informó de un caso llamado Síndrome del Aceite Tóxico, que dejó 19.904 personas enfermas y más de 300 fallecidas. La empresa Raelca distribuía aceite de oliva caracterizado como puro, pero en un producto sospechoso se encontró aceite de colza desnaturalizado con anilina al 2% mezclado con grasa animal y vegetal (MCKAY; SCHARMAN, 2015). Este caso se refiere a un delito contra la salud pública, por adulteración por motivos económicos (fraude alimentario).

En 1989 se identificó un cargamento de uvas procedente de Chile contaminado con cianuro. Una denuncia anónima hecha a la Embajada de los Estados Unidos de América en Santiago alertó a las autoridades sobre la posible contaminación intencional. La FDA prohibió la importa-

ción de frutas producidas en territorio chileno, incluyendo nectarinas, ciruelas, duraznos, manzanas, peras, frambuesas, fresas, entre otras. En ese momento, la exportación de frutas representaba la segunda actividad económica más importante del país latinoamericano. El incidente resultó en la pérdida de US\$300 millones en ingresos y los consumidores comenzaron a sospechar de los productos de origen chileno (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2015).

En las últimas tres décadas, ha habido algunos casos ocasionados por el uso deliberado de agentes biológicos. Cabe destacar el brote de salmonelosis que, en 1984, afectó a 751 personas, con 45 hospitalizaciones por contaminación de un buffet de ensaladas de restaurantes perpetradas por una secta religiosa india (RAMBAUSKE; CARDOSO; NAVARRO, 2014).

En 2018, Australia investigó una serie de casos en los que se encontraron agujas de coser dentro de las fresas vendidas en el comercio minorista, un hecho reportado en al menos seis estados y territorios. Un hombre fue llevado al hospital después de haber comido una de las frutas. Varias marcas del producto han sido retiradas de los estantes de todo el país, mientras que los supermercados más grandes de Nueva Zelanda han dejado de vender fresas australianas como medida de precaución. En ese momento, el ministro de Salud de Australia, Greg Hunt, dijo que tal acción era un crimen brutal, así como un ataque al público. En 2018, Australia revisó sus regulaciones de protección de alimentos basadas en estos incidentes de adulteración intencional (BASHURA, 2020).

Brainard y Hunter (2016) verificaron 84 incidentes de envenenamiento del suministro de agua, de los cuales el 65% fueron contra la comunidad consumidora y el 9,5% afectaron el suministro de agua de policías, militares o refugiados. Con respecto a los alimentos, los autores informan que, de un total de 224 ataques, el 25% no fueron aclarados; el 22% se dio por extorsión; el 10% por otros motivos financieros; el 16% por motivos políticos; el 9% por ataques maliciosos; el 5% por disputas laborales y el 12% por otros motivos.

El cuadro 2 enumera algunos incidentes en los que acciones maliciosas de contaminación intencional de alimentos tuvieron repercusión en los medios de comunicación por las consecuencias (sociales, políticas, económicas o para la salud), resultantes del acto malicioso.

**Cuadro 2 - Incidentes de contaminación intencional de alimentos con repercusión en los medios y sus motivaciones**

Fecha	Lugar	Ocurrencia	Motivación
1984	Oregon (Estados Unidos)	Contaminación con <i>Salmonella</i> sp. en ensaladas listas para el consumo en restaurante	Boicot a las elecciones locales por parte de la secta Rajneesh
1990	Reino Unido	Contaminación de alimentos con vidrios y hojas de afeitar	Contaminación maliciosa
2005	Inglaterra	Contaminación de panes con fragmentos de agujas	Contaminación maliciosa
2008	China	Leche en polvo para bebés adulterada con melamina	Motivación económica
2013	No informado	Sustitución de bebidas alcohólicas por ácidos	Contaminación maliciosa
2018	Australia	Serie de casos en los que se encontraron agujas de coser dentro de fresas vendidas comercialmente	Sin motivo racional para la acción

Fuente: Adaptado de Dalziel (2009); Severino; Almeida (2017); Praia; Henriques (2021).

### 3.2 Conceptos

Los conceptos de seguridad, accesibilidad, defensa, fraude y calidad tienen algún rasgo semántico común y son próximos entre sí cuando se tratan dentro del ámbito alimentario (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

El término *food safety* (seguridad alimentaria), asociado a la seguridad sanitaria de los alimentos, se refiere a las condiciones y prácticas para preservar la inocuidad de los alimentos en la cadena productiva. Su objetivo es prestar atención a los peligros biológicos, físicos o químicos, con el fin de evitar la contaminación y DTHA (SEVERINO, 2016).

A su vez, *food security* (accesibilidad) se define por la Organización Mundial de la salud (2002) “como acceso suficiente y seguro a alimentos con suficientes nutrientes para mantener la salud y la vida de las personas”. El concepto de accesibilidad es multidimensional y se refiere tanto a la seguridad del suministro de alimentos como a la accesibilidad física y económica de los alimentos nutritivos (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

El fraude alimentario, a su vez, incluida la subcategoría de adulteración por motivos económicos (EMA), es una acción intencional ilegal para obtener ganancias económicas (SPINK, *et al.*, 2019). Los incidentes de este tipo de fraude representan una amenaza considerable para la estabilidad económica de la industria agroalimentaria, así como para la salud y el bienestar de los consumidores (LEE; FENOFF; SPINK, 2021).

El concepto más amplio de calidad alimentaria (*food quality*) se refiere a las características que determinan el valor del producto para los clientes y consumidores, y la capacidad de los alimentos para satisfacer las necesidades de quienes los consumen (SEVERINO; ALMEIDA, 2017). Según Moerman (2018), la calidad alimentaria también se refiere a las especificaciones técnicas de un alimento.

El Institute of Food Science & Technology (2018) entiende la integridad alimentaria no sólo asociada a la naturaleza, composición, calidad y seguridad de los alimentos, sino también a otros aspectos de la producción, entre los cuales, los modos de obtención y distribución. Manning y Soon (2016) describen cuatro tipos de problemas relacionados con la integridad de los alimentos: (i) integridad del producto (autenticidad); (ii) integridad del proceso; (iii) integridad de las personas y (iv) integridad de los datos.

De acuerdo con el Food Safety System Certification 22000 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2019), la defensa alimentaria es un tema importante para proteger a las empresas y los consumidores contra las amenazas internas y externas.

Existen varias definiciones de defensa alimentaria por parte de entidades técnicas y organismos oficiales y todas tienen similitudes en sus fundamentos. La Tabla 4 presenta estos conceptos y sus diferentes objetos.

Según Robson *et al.* (2021), todos los conceptos sobre defensa alimentaria remiten a las acciones de protección contra contaminaciones voluntarias cuyo propósito sea causar algún tipo de perjuicio.

**Tabla 4 - Conceptos en Defensa Alimentaria**

REFERENCIA	CONCEPTO	OBJETOS DEL CONCEPTO
Bristh Retail Consortium (2015)	Considera Defensa Alimentaria los procedimientos adoptados para garantizar la seguridad de las materias primas y productos contra la contaminación maliciosa	Normas certificables y nuevas metodologías en Defensa Alimentaria
Manning; Soon (2016)	La defensa alimentaria refleja las actividades de protección y/o el proceso o los procedimientos que garantizan la seguridad del producto frente a actos intencionales de adulteración.	Fraude Alimentario y Defensa Alimentaria
PAS 96 (2017)	Son procedimientos adoptados para garantizar que los alimentos y bebidas y sus cadenas de suministro estén protegidos de ataques ideológicos o maliciosos que conduzcan a la contaminación o interrupción del suministro.	Tipos de amenazas a la cadena de suministro; describe la evaluación de amenazas y puntos críticos de control
GFSI (GLOBAL FOOD SAFETY INITIATIVE FOUNDATION, 2017)	Proceso para garantizar la seguridad de los alimentos y bebidas frente a todas las formas de ataques maliciosos intencionales, incluidos los motivados ideológicamente que conducen a la contaminación.	Tipos de amenazas a la cadena de suministro
FDA (2009)	Es el esfuerzo por proteger los alimentos contra la adulteración intencional por actos destinados a causar daños a gran escala a la salud pública, incluidos los actos de terrorismo dirigidos al suministro de alimentos.	Prevención de acciones contra el terrorismo alimentario, agroterrorismo, seguridad y defensa nacional y protección de la cadena de suministro
Moerman (2018)	La Defensa Alimentaria se enfoca en reducir la ocurrencia y el impacto de la contaminación intencional o la adulteración de alimentos por motivos políticos, económicos o basados en la venganza.	Estructura en Defensa Alimentaria del “campo al plato”

Fuente: los autores (2023).

### 3.3 Defensa Alimentaria y la Realidad internacional

El comercio mundial de alimentos está muy conectado y el suministro de alimentos de un país se debe monitorear internamente para evitar la contaminación, la adulteración y las actividades fraudulentas (LOPES *et al.*, 2020). Este comercio es complejo y está en constante evolución. Debido a las discrepancias en los sistemas de legislación alimentaria de diferentes países, la estandarización de las normas internacionales de seguridad alimentaria es de suma importancia para reducir las barreras comerciales (PRAIA; HENRIQUES, 2021).

Los estudios presentados en la Tabla 3, tales como World Health Organization (2002, 2007), Dalziel (2009), Moerman (2018), Manning (2019), abordan la defensa alimentaria como tema de relevancia internacional en los ámbitos militar y civil.

La contaminación intencional puede tener orígenes diversos y ser provocada por colaboradores o individuos externos al ambiente de preparación de alimentos, como integrantes de grupos terroristas (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 2017). Además, esta adulteración puede ser el resultado de un proceso de falsificación de alimentos o desvío de productos (PRAIA, 2017).

Otra posibilidad es la actividad específica vinculada al agroterrorismo, una acción perpetrada por una persona o un grupo con el objetivo de destruir la industria agrícola y/o interrumpir el suministro de alimentos de un país (MOERMAN, 2018). El terrorismo alimentario es un acto de contaminación deliberada poscosecha, en el que se adultera el producto con agentes químicos, físicos, biológicos o material radiactivo; con el fin de causar enfermedad o muerte en la población civil, además de causar inestabilidad social, económica y política (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2008).

En los últimos años, las autoridades reguladoras, las empresas de alimentos y los consumidores han vislumbrado la necesidad de desarrollar sistemas de defensa efectivos con respecto a estos productos (DAVIDSON *et al.*, 2017). Ante esta realidad, se solicitó a los operadores de las áreas de alimentos desarrollar e implementar estrategias de defensa y, así, garantizar la entrada al mercado, a través de la certificación de sus sistemas de gestión, realizada por empresas especializadas (MANNING, 2019).

La importancia de la defensa alimentaria se reconoció cuando se convirtió en un requisito en los estándares de certificación global, como International Featured Standards (IFS) (INTERNATIONAL FEATURED STANDARDS, 2020), British Retail Consortium (BRC) (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 2017) y Food Safety System Certification 22000 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2019), así como en estrategias gubernamentales, por ejemplo, las adoptadas por la FDA, el organismo estadounidense encargado de controlar y regular la producción de alimentos y medicamentos en los Estados Unidos de América (CAVALHEIRO; RUIZ, KUSHIDA, 2021).

Varios países, después del evento del 11 de septiembre de 2001, comenzaron a tomar medidas contra las acciones maliciosas en los alimentos. En China, la Administración de Certificación y Acreditación (CNCA), establecida bajo la administración de Supervisión de Calidad, Inspección y Cuarentena (AQSIQ), ha publicado 40 guías y algunos requisitos reglamentarios de planes de defensa alimentaria para empresas exportadoras. Cabe destacar que tanto el Reino Unido como Alemania también presentan iniciativas sólidas en defensa de los alimentos (MOERMANN, 2018).

A fines de 2001, la FDA y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) buscaron determinar el estado de preparación del sistema alimentario estadounidense contra un ataque intencional, surgiendo así la primera ley aprobada en junio de 2002, también conocida como ley de bioterrorismo (*Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act*) (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

La Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) Counter-Terrorism Force (CTTF) comenzó a examinar este tema en 2006, con la iniciativa de mitigación de amenazas de terrorismo en el suministro de alimentos (DALZIEL, 2009).

### 3.3.1 Defensa Alimentaria en los Estados Unidos de América y los Países Europeos

Citados en la Tabla 3, Los estudios de Mara; McGrath (2009) y USDA (2018) abordan la defensa alimentaria en los Estados Unidos de América. Además, se abordan los análisis realizados por la Association Française de Normalisation (2015); Severino; Almeida (2017); Davidson, *et al.* (2017); Centre for the Protection of National Infrastructure (2021); Alves (2021); Praia; Henriques (2021); Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) (2022) en los países europeos.



Los Estados Unidos de América consideran al sector de la alimentación y la agricultura como uno de los 16 sectores críticos de infraestructura, siendo el país en el que surgieron los conceptos de defensa alimentaria. La FDA tiene un papel de liderazgo en varias iniciativas para proteger los alimentos de actos de adulteración intencional y no intencional, así como para ayudar a las organizaciones a prevenir, preparar, responder y recuperarse de actos de adulteración intencional del suministro de alimentos (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2022). La Oficina Federal de Investigaciones (FBI) ya ha mostrado preocupación por los peligros relacionados con el agroterrorismo y el terrorismo alimentario y sus consecuencias, promoviendo *workshops* sobre asuntos entre diversos organismos estatales y no estatales (FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION, 2007).

Después de los atentados del 11 de septiembre de 2001, la defensa alimentaria adquirió consistencia legal a través de la ley de bioterrorismo (*Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act*), en 2002. En enero de 2011, se adoptó un nuevo marco legal para la seguridad alimentaria en los Estados Unidos de América, a través del *Food Safety Modernization Act* (FSMA) (Ley de Modernización en Seguridad Alimentaria), cuando se intensificó el desarrollo de sistemas de gestión para la defensa del suministro de productos alimenticios, metodologías de análisis, *softwares* de apoyo y recursos educativos (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

El servicio de la seguridad y de la inspección de la comida (*food safety and inspection service*) de los Estados Unidos de América tiene planes de defensa alimentaria funcional, una herramienta importante que un productor puede usar para prevenir, proteger, mitigar, responder y recuperarse de un incidente de contaminación intencional (UNITED STATES OF AMERICA, 2018).

Diversas acciones son realizadas por diversos organismos e institutos a lo largo del país, como el National Center for Food Protection (FOOD PROTECTION AND DEFENSE INSTITUTE, 2022), que ha desarrollado investigaciones multidisciplinarias y programas orientados que abordan las vulnerabilidades del sistema alimentario del país ante ataques por contaminación intencional con agentes biológicos o químicos. El Indiana State Department of Health (2011) presenta un programa de protección de los alimentos con una sección de defensa de los alimentos. El FBI (2014), con la participación de la FDA, realizó algunos *workshops*, demostrando la amenaza real y el efecto devastador del éxito de una acción maliciosa de contaminación de alimentos.

Si bien la amenaza de la contaminación intencional y maliciosa es una realidad del terrorismo alimentario, los responsables políticos europeos aún no han definido legalmente la defensa alimentaria y mucho menos la han enmarcado en la legislación (ALVES, 2021). Según Moermann (2018), existen pocas regulaciones gubernamentales relacionadas con la defensa alimentaria.

En Portugal, las cuestiones relacionadas con las vulnerabilidades están contenidas en el concepto estratégico de defensa nacional (PORTUGAL, 2013). El marco legal de la defensa alimentaria en Portugal se hará a través de la legislación alimentaria europea. Sin embargo, las empresas certificadas por las normas BRC Food, IFS Food y FSSC 22000 presentan un concepto más robusto en relación a la defensa alimentaria (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

Francia tiene la guía metodológica *Protection de la chaîne alimentaire contre les risques d'actions malveillantes, criminelles ou terroristes*, la cual fue elaborada por la Asociación Francesa de Normas Técnicas (ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, 2015), que formó un grupo de organizaciones para reflexionar sobre las soluciones que podrían implementar en el

marco de un enfoque de Food Defense, teniendo en cuenta, sobre todo, los requisitos de la referencia IFS Food 6.

En el Reino Unido, el Critical National Infrastructure (CENTRE FOR THE PROTECTION OF NATIONAL INFRASTRUCTURE, 2021) identificó al sector alimentario como uno de los 13 sectores necesarios para el funcionamiento del país. A diferencia de Europa continental, el Reino Unido siguió a los Estados Unidos de América con respecto a la defensa alimentaria (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

Como parte de los estudios y discusión, la British Standards Institution (2017) publicó el PAS 96:2017, es decir, una guía cuyo objetivo es proteger y defender los alimentos y bebidas de ataques deliberados.

### 3.3.2 Defensa alimentaria en Brasil

Brasil es reconocido internacionalmente por su vocación agrícola. Produce y exporta carnes, frutas, galletas, chocolates, vinos, cachaza, cafés especiales, productos orgánicos, miel, lácteos, castañas y otros productos, que llenan la imagen de un país competitivo, innovador y sostenible (AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS, 2022). En el sector de alimentos, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Anvisa) coordina, supervisa y controla las actividades de registro, inspección, fiscalización y control de riesgos, siendo responsable por establecer normas y estándares de calidad (BRASIL, 2022). Este organismo tiene una biblioteca en la que están reunidos los documentos y todas las normas vigentes sobre alimentos. A esto se suma el hecho de que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Mapa) realice actividades en todo el territorio nacional relacionadas con las áreas de seguridad, calidad y fraudes en alimentos relacionados a la defensa agropecuaria.

Las investigaciones que abordan la defensa alimentaria en Brasil se encuentran en la Tabla 3, entre ellas: Figueira( 2018), Chammem *et al.* (2019), Lopes, *et al.* (2020).

Si bien cuenta con legislación y organismos activos, Brasil y países como Argentina y China suelen tener una calificación más baja en términos de puntajes de calidad y seguridad alimentaria, a pesar de que existen programas internos de control y verificación de origen en países socios comerciales, por ejemplo, algunos miembros de la Unión Europea (CHAMMEN *et al.*, 2018). Estos datos, si se comparan a la situación actual de acciones en defensa alimentaria, revelan una vulnerabilidad, teniendo en vista la ausencia de legislación nacional pertinente a las acciones intencionales de contaminación de alimentos.

Según Chammen *et al.* (2018), Rasff, plataforma Europea de alertas sobre riesgos para la salud pública relacionados con la seguridad alimentaria, presentó el 23% de las notificaciones observadas correspondientes a los alimentos originarios de Brasil, sobre todo, productos cárnicos y condimentos que contienen patógenos alimentarios por encima de los límites permitidos.

A pesar de la relevancia del tema para fortalecer la cadena de alimentos, pocos países establecieron los principios en defensa alimentaria como requisito legal, incluyendo Brasil (LOPES *et al.*, 2020). En efecto, Brasil, cuando se compara con las principales economías, presenta un limitado número de empresas preparadas para atender las exigencias de la defensa alimentaria (FIGUEIRA, 2018).

Aunque la defensa alimentaria no es un requisito legal en Brasil, ha asumido un papel cada vez más importante en los programas brasileños, sobre todo en los relacionados con los productos lácteos, ya que muchos de los productores deben cumplir con los requisitos regulatorios extranjeros de exportación a estos mercados (LOPES *et al.*, 2020).

Entre las medidas adoptadas –y que no estaban precisamente dirigidas a la defensa alimentaria, pero que pueden considerarse como uno de los primeros pasos– se encuentra la medida del 4 de diciembre de 2009, de la Cámara de Relaciones Exteriores y Defensa Nacional del Consejo de Gobierno de Brasil, que editó la Resolución CREDEN nº 02/2009, en la que formuló lineamientos relacionados con las actividades de inteligencia con la siguiente resolución:

Art. 1º Establecer las siguientes prioridades para los organismos y entidades que integran el sistema de inteligencia brasileño, que orientarán sus esfuerzos, en el ámbito nacional e internacional, a las áreas enumeradas a continuación, todas consideradas de igual relevancia:  
\*d) biodefensa de la población, recursos naturales y agrícolas. (BRASIL, 2023)

Esta medida, que formuló lineamientos para las áreas de biodefensa de la población y de los recursos agrícolas, puede incidir en las acciones contra el agroterrorismo y el terrorismo alimentario, posibilitando la inclusión del área de inteligencia en temas relacionados con la Defensa Alimentaria. Sin embargo, vale la pena mencionar que la diversidad cultural de Brasil, así como su dimensión continental, pueden facilitar el acceso del terrorismo en el territorio (FIGUEIRA, 2018).

### 3.3.3 Defensa Alimentaria y Fuerzas Armadas

Las encuestas del Ministerio de Defensa de Brasil (BRASIL, 2018) y de Mara; Mcgrath (2009), que abordan el tema militar, se presentan en la Tabla 3. Se sabe que la cadena de suministro es larga y compleja, lo que hace extremadamente difícil un examen exhaustivo de la defensa alimentaria militar (MARA; MCGRATH, 2009).

Después de los hechos ocurridos el 11 de septiembre de 2001, las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América comenzaron a demostrar mayor preocupación con la contaminación intencional de alimentos, con el desarrollo e implantación de métodos para evitar o mitigar esas acciones. Dentro de la metodología de evaluación de riesgos, la gestión de riesgos operacionales es una herramienta desarrollada por los servicios médicos de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, con el propósito de actuar en la articulación entre inocuidad alimentaria y defensa alimentaria (SEVERINO; ALMEIDA, 2017).

En este país, cada instalación militar debe tener un plan de defensa alimentaria, en el que el Ejército proporciona un marco para su desarrollo y cada instalación debe tener un equipo de defensa definido y preparado (MARA; MCGRATH, 2009).

En las naciones desarrolladas, el objetivo de las acciones maliciosas contra la cadena agroalimentaria es principalmente crear inestabilidad política y socavar la estabilidad socioeconómica, lo que tiene un impacto en el poderío militar (MOERMAN, 2018).

En Europa, la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) cuenta con el Allied Medical Publication (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2019):

Defensa de la Seguridad Alimentaria y los Estándares de Producción en las Operaciones Implementadas, que fue aprobado por los países miembros de la OTAN en el Consejo de Normalización Médica del Comité Militar. El acuerdo de los 28 países miembros de la organización para el uso de esta publicación está registrado en los Standard Agreements (Stanag), que definen procesos, términos y condiciones para los procedimientos técnico-militares comunes entre los países miembros de la alianza (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2019).

En Brasil, el Ministerio de Defensa, acompañando la evolución del tema y con los intereses en mantener la seguridad nacional, incluyó un nuevo contenido en la Doctrina de Alimentación y Nutrición de las Fuerzas Armadas –MD42-M-05, el Capítulo IV– Defensa Alimentaria (BRASIL, 2018). En 2019, la Jefatura de Logística y Movilización del Ministerio de Defensa estableció el Grupo de Trabajo de Defensa Alimentaria, integrado por expertos en seguridad alimentaria del Ejército, Armada y Fuerza Aérea, con el fin de elaborar el Reglamento de Defensa Alimentaria de las Fuerzas Armadas. (BRASIL, 2019c).

Entre las acciones del grupo instituido y como resultado del reglamento elaborado por el Ministerio de Defensa se encuentran:

- Diagnóstico, mapeo y evaluación de amenazas, definidas como la capacidad de una acción maliciosa de causar daño o perjuicio a la salud, y vulnerabilidades, que indica qué tan fácil es que la amenaza realice una acción maliciosa caracterizando el objetivo y las instalaciones;
- Asegurar la protección de la cadena logística de suministro de alimentos contra la contaminación y su interrupción;
- Proporcionar los mecanismos de protección de la salud y operatividad conforme a lo previsto en la Doctrina de Logística Militar (MD42-M-02, 2016).

Las medidas en Defensa Alimentaria deben priorizar la salud operativa del personal militar, incluyendo acciones para prevenir la contaminación maliciosa de los alimentos, con el fin de garantizar la protección de la salud y la operatividad militar en Brasil y en el exterior.

El Ejército Brasileño, en asociación con la Universidad Federal de Sao Paulo (Unifesp) y el Comando Logístico (Colog), ejecutó, en 2020, un proyecto piloto en una de las 12 regiones Militares. Se elaboró una lista de verificación en Defensa Alimentaria aplicada en 24 Organizaciones Militares (OM) ubicadas en el estado de São Paulo, lo que permitió que las OM auditadas analizaran el grado de riesgo de ataques intencionales en los servicios de alimentación. Este artículo buscó datos disponibles sobre la evaluación de amenazas y procedimientos en defensa alimentaria en diferentes entornos. Sin embargo, una de las limitaciones fue el número reducido de investigaciones disponibles en Brasil. Son necesarios estudios futuros evaluando la situación de la defensa alimentaria en Brasil, con la propuesta de medidas relativas al tema.

#### 4 CONCLUSIÓN

El escenario mundial actual ha introducido la necesidad de una mayor atención al tema de la contaminación intencional de los alimentos. La historia y los conceptos existentes sobre el tema promovieron el desarrollo de metodologías de evaluación de amenazas, a través de listas de verificación y *software*, así como de procedimientos adoptados en los planes de defensa alimentaria.

Sin embargo, a nivel de gobierno, las iniciativas relacionadas con la legislación son incipientes, con excepción de los Estados Unidos de América. En Brasil, donde los conceptos de defensa alimentaria son relativamente nuevos y poco investigados, las Fuerzas Armadas, a través de la creación de un grupo de trabajo, con la ayuda de su cuerpo técnico y la asociación con Unifesp, han estado trabajando para profundizar el tema, siguiendo buenas prácticas en el contexto militar mundial, que dedica especial atención al tema.

Ante las innumerables formas de acciones maliciosas de contaminación de alimentos, que, aunque inusuales, pueden tener consecuencias graves, es necesario tratar la defensa alimentaria como política de seguridad nacional, preservando la salud del consumidor, la estabilidad política, social y el mantenimiento de la salud operativa de los recursos humanos y de las Fuerzas Armadas.

## **AUTORÍA Y COLABORACIONES**

Todos los autores participaron por igual en la elaboración del artículo.

## REFERENCIAS

ALVES, J. B. Food Defense: um instrumento contra o terrorismo e a criminalidade no sector alimentar. **Revista Militar**, Lisboa, n. 2637, 2021. Disponible: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/1586>. Acceso en: 25 abr. 2023.

ANDRADE, E. L. I.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, O. F. S. Food Defense: do conceito às atuais exigências do mercado internacional. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 17, p. 1-14, 2021. Disponible: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24175>. Acceso en: 25 abr. 2023.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS. **Alimentos, Bebidas e Agronegócio**. Brasília, DF: APEX, 2022. Disponible: <https://apexbrasil.com.br/>. Acceso en: 2 oct. 2022.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **Guide Méthologique Food Defense** – Bonnes pratiques et retours d'expérience. Paris: Afnor, 2015. Disponible: [https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Guide-food-defense-AFNOR\\_2015\\_cle82f6d8.pdf](https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Guide-food-defense-AFNOR_2015_cle82f6d8.pdf). Acceso en: 30 set. 2022.

BASHURA, J. P. Food defense: Back to the basics. In: DETWILER, D. (ed.). **Building the Future of Food Safety Technology**. London: Academic Press, 2020. p. 85-101.

BRASIL. Agência Brasileira de Inteligência. **Legislação sobre SISBIN**. Brasília, DF: Abin, 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Biblioteca de alimentos**. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022. Disponible: [www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-alimentos](http://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-alimentos). Acceso en: 27 set. 2022.

BRASIL. Exército. Dia da Intendência. **Noticiário do Exército**, Centro de Comunicação do Exército, Brasília, DF, 12 abr. 2019a. Disponible: <https://www.eb.mil.br/documents/16541/9533050/alusivo+dia+intendencia.pdf/9eede1f2-b94b-0a80-a71f-eed04e643bbb>. Acceso en: 15 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ministério proíbe venda de azeite de oliva de seis marcas após descoberta de fraudes. **Portal Único do Governo**, Brasília, DF, 5 jul. 2019b. Disponible: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ministerio-proibe-venda-de-azeites-de-oliva-de-seis-marcas>. Acceso en: 19 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa n. 13/MD, de 23 de Março de 2018**. Aprova a Doutrina de Alimentação e Nutrição – MD42-M-05. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa n. 215, de 16 de janeiro de 2019**. Institui o Grupo de Trabalho (GT) relativo ao projeto em Defesa Alimentar do Ministério da Defesa. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2019c.

BRASIL Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: Sistema GRADE – manual de graduação da qualidade da evidência e força de recomendação para tomada de decisão em saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **PAS 96:2017**. Guide to protecting and defending food and drink from deliberate attack. London: British Standard Institution, 2017. Disponível: [www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/pas962017\\_0.pdf](http://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/pas962017_0.pdf). Acesso em: 19 set. 2021.

BUCHANAN, R. L.; APPEL, B. Combining analysis tools and mathematical modeling to enhance and harmonize food safety and food defense regulatory requirements. **International Journal of Food Microbiology**, Bethesda, v. 139, n. 1, p. 48-56. 2010. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20149936/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

CAVALHEIRO, A.; RUIZ, V. L. de A.; KUSHIDA, M. M. Food defense e publicly available specification 96/2017: releitura e importância para a cadeia de alimentos de origem animal brasileira. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 28, p. 1-10, 2021. Disponível: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8661489>. Acesso em: 20 mar. 2023.

CENTRE FOR THE PROTECTION OF NATIONAL INFRASTRUCTURE. **Critical National Infrastructure**. London: National Protective Security Authority, 2021. Disponível: <https://www.cpni.gov.uk/critical-national-infrastructure-0#sthash.NfPnzlNO.dpuf>. Acesso em: 26 set. 2022.

CHAMMEM, N.; ISSAOUI M.; DE ALMEIDA, A. I. D.; DELGADO, A. M. Food crises and food safety incidents in European Union, United States, and Maghreb Area: current risk communication strategies and new approaches. **Journal of AOAC International**, Oxford, v. 101, n. 4, p. 923-938, 2018.

DALZIEL, G. R. **Food Defense incidents 1950-2008**. A Chronology and analysis of incident involving the malicious contamination of the food supply chain. Singapore: Nanyang Technological Universal, 2009.

DAVIDSON, R. K.; ANTUNES, W.; MADSLIEN, E. H.; BELENGUER, J.; GEREVINE, M.; PEREZ, T. T.; PRUGGER, R. From Food Defence to food supply chain integrity. **British Food Journal**, Bingley, v. 119, n. 1, p. 52-66, 2017.

DEFENSE LOGISTICS AGENCY. **The Nation's Combat Logistics Support Agency DLA Troop. Support food defense checklist.** Virginia: DLA Troop, 2016. Disponible: <https://www.usa.gov/federal-agencies/defense-logistics-agency>. Acceso en: 21 oct. 2018.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **CARVER + Shock Primer.** An overview of the Carver Plus shock Method for Food Sector Vulnerability. Silver Spring: U. S. Food & Drug, 2009. Disponible: <https://www.fda.gov/food/food-defense-initiatives/carver-shock-primer>. Acceso en: 7 en. 2018.

FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION. **Agroterrorism Training Exercise to be Held in Seattle.** Washington, D.C.: FBI, 2007. Disponible: <https://archives.fbi.gov/archives/news/pressrel/press-releases/agroterrorism-training-exercise-to-be-held-in-seattle>. Acceso en: 21 oct. 2022.

FOOD PROTECTION AND DEFENSE INSTITUTE. **Food protection and Defense.** Minnesota: University of Minnesota, 2022. Disponible: <http://foodprotection.umn.edu>. Acceso en: 30 set. 2022.

FIGUEIRA, L. C. **Os conceitos de defesa dos alimentos (Food Defense) e fraude em alimentos (Food Fraud) aplicados em fábrica de temperos cárneos: um estudo de caso.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FRITSCH, J. Recent developments and digital perspectives in food safety and authenticity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 66, n. 29, p. 7562-7567, 2018. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29920081/>. Acceso en: 25 abr. 2023.

GLOBAL FOOD SAFETY INITIATIVE FOUNDATION. Guidance Document. Paris: GFSI, 2020. Disponible: <https://mygfsi.com>. Acceso en: 10 dic. 2021.

HASTINGS, M. **Inferno: O mundo em guerra 1939-1945.** São Paulo: Intrínseca, 2012.

INDIANA. State Department of Health. **A guide to developing a food defense plan for food establishments:** Indiana State Department of Health Food Protection Program. Indianapolis: ISDH, 2011. Disponible: <https://www.in.gov/health/food-protection/food-defense/>. Acceso en: 25 abr. 2023.

INTERNATIONAL FEATURED STANDARDS. **Food Standard for assessing product and process compliance in relation to food safety and quality.** Berlin: IFS, 2020, Disponible: [https://www.ifs-certification.com/images/ifs\\_documents/IFS\\_Food\\_v7\\_standard\\_EN\\_1679760824.pdf](https://www.ifs-certification.com/images/ifs_documents/IFS_Food_v7_standard_EN_1679760824.pdf). Acceso en: 30 set. 2022.



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Food Safety System Certification** – ISO 22000. Geneva: International Organization for Standardization, 2019. Disponível: [www.iso.org/iso-22000-food-safety-management.html](http://www.iso.org/iso-22000-food-safety-management.html). Acesso em: 15 mar. 2023.

KRAFT FOODS. **Food Defense Supplier Guidelines**. Silver Spring: U. S. Food & Drug, 2022. Disponível: <https://kraftheinzsupplier.com/>. Acesso em: 20 oct. 2018.

LEE, B.; FENOFF, R.; SPINK, J. Routine activities theory and food fraud victimization. **Security Journal**, New York, n. 35, p. 506–530, 2021. Disponível: [www.doi.org/10.1057/s41284-021-00287-1](http://www.doi.org/10.1057/s41284-021-00287-1). Acesso em: 30 set. 2022.

LOPES, L. O. *et al.* Food defense: Perceptions and attitudes of Brazilian dairy companies. **Journal of Dairy Science**, Nebraska, v. 103, n. 9, p. 8675-8682, 2020. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030220304689>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MANNING, L. Food defence: refining the taxonomy of food defence threats. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 85, p. 107-115, 2019. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418307520>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MANNING, L.; SOON, J. M. Food safety, food fraud, and food defense: a fast evolving literature. **Journal of Food Science**, Bethesda, v. 81, n. 4, p. 823-34, 2016. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26934423/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MANNING, L. Food defense: types of threat, defense plans, and mitigation strategies **In**: KNOWLES, M. E.; ANELICH, L. E.; BOOBIS, A. R.; POPPING, B. **Present Knowledge in Food Safety: A risk-based approach through the food chain**. London: Academy Press; 2023. p. 536-48

MARA, A.; MCGRATH, L. **Defending the military food supply acquisition, preparation, and protection of food at U.S. Military installations**. Washington, D.C.: National Defense University Center for Technology and National Security Policy, 2009.

MCKAY, C.; SCHARMAN, E. J. Intentional and Inadvertent Chemical of Food, Water and Medication. **Emergency Medicine Clinics of North America**, Bethesda, v. 33, n. 1, p. 153-177, 2014. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25455667/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MOERMAN, F. Food Defense. **In**: GRUMEZESCU, A.; HOLBAN, A. M. (ed.). **Food Control and Biosecurity**. Leuven: Academic Press; 2018.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G.; ALTMAN, D.; ANTES, G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **PLoS Medicine**, San Francisco, v. 6, n. 7, 2009. Disponível: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>. Acesso em: 10 set. 2022.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Addressing foodborne threats to health: policies, practices, and global coordination. **Institute of Medicine (US) Forum on Microbial Threats**, Bethesda, 2006. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21850788/>. Acceso en: 25 abr. 2023.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **Allied Medical Publication: Food Safety, Defence, and Production Standards in Deployed Operations**. Brussels: NATO, 2019. Disponible: [https://www.coemed.org/files/stanags/03\\_AMEDP/AMedP-4.6\\_EDB\\_V1\\_E\\_2556.pdf](https://www.coemed.org/files/stanags/03_AMEDP/AMedP-4.6_EDB_V1_E_2556.pdf). Acceso en: 10 set. 2022.

PITALUGA, C. M.; LE BOURLEGAT, C. Transições para sistemas alimentares sustentáveis: contribuições e desafios da Conab e Comsan no MS. **Revista Grifos**, Chapecó, v 31, n 57, p 1-26, 2022.

PORTUGAL. Presidência do Conselho de Ministros. **Resolução do conselho de ministros n. 19/2013, de 21 de março de 2013**. Conceito estratégico de Defesa Nacional de defesa nacional. Lisboa: Diário da República, 2013. Disponible: <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/19-2013-259967>. Acceso en: 25 abr. 2023.

PRAIA, E. F. **Avaliação da implementação de requisitos de food defense em unidades industriais alimentares**. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

PRAIA, E. F.; HENRIQUES A. R. Assessing the implementation of food defense requirements in industrial meat-based food processors. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 26, n. 24, p. 1-14, 2021. Disponible: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/TNfqsx5WsyR5d7qwBDdtRyx/?lang=en>. Acceso en: 25 abr. 2023.

RAMBAUSKE, D.; CARDOSO, T. A. O.; NAVARRO, M. B. M. A. Bioterrorismo, riscos biológicos e as medidas de biossegurança aplicáveis ao Brasil. **Physis**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1181-1205, 2014. Disponible: <https://www.scielo.br/j/physis/a/FQHTMb8P9ZHVqbvffqyPP7N/abstract/?lang=pt>. Acceso en: 25 abr. 2023.

RAPID ALERT SYSTEM FOR FOOD AND FEED. **Food and feed safety alerts**. Brussels: RASFF, 2022. Disponible: <https://food.ec.europa.eu/safety/rasff>. Acceso en: 30 set. 2022.

ROBSON, K., DEAN, M., HAUGHEY, S., ELLIOTT, C. A comprehensive review of food fraud terminologies and food fraud mitigation guides. **Food Control**, Belfast, v. 120, p. 283-296, 2021. Disponible: <https://pure.qub.ac.uk/en/publications/a-comprehensive-review-of-food-fraud-terminologies-and-food-fraud>. Acceso en: 25 abr. 2023.

SCHVEITZER M. C.; ZOBOLI, E. L. C. P.; VIEIRA, M. M. S. Nursing challenges for universal health coverage: a systematic review. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, São Paulo, v. 24, p. 1-14, 2016. Disponível: [dx.doi.org/10.1590/1518-8345.0933.2676](https://doi.org/10.1590/1518-8345.0933.2676). Acesso em: 22 jun. 2023.

SEVERINO, P. R. **Food Defense e a sua relação com as normas IFS V6, BRC V7 e FSSC 22000**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

SEVERINO, P.; ALMEIDA, D. **Food Defense**: sistemas de gestão contra o terrorismo alimentar. Portugal: Agrobook, 2017. 142 p. v. 1.

SOBEL J. Food and Beverage Sabotage. In: KATZ, R.; ZILINSKAS, R. A. **Encyclopedia of Bioterrorism Defense**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2005.

SPINK, J.; EMBAREK, P. B.; SAVELLI, C. J.; BRADSHAW, A. Food fraud data collection needs survey. **Science of Food**, New York, v. 3, n. 8, p. 1-8, 2019. Disponível: <https://www.nature.com/articles/s41538-019-0036-x>. Acesso em: 25 abr. 2023.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Agriculture. **Food Safety and Inspection Service. Food Defense Guidelines for Slaughter and Processing Establishments**. Washington, D.C.: USDA, 2009a. Disponível: [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2020-08/SecurityGuide.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-08/SecurityGuide.pdf). Acesso em: 20 en. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Agriculture. **Functional Food Defense Plans**. Washington, D.C.: USDA, 2018. Disponível: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/food-defense-and-emergency-response/food-defense/functional-food-defense-plans>. Acesso em: 20 set. 2022.

UNITED STATES OF AMERICA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **CARVER + Shock Primer, An Overview of the Carver Plus Shock Method for food Sector Vulnerability Assessments**. Washington, D.C.: FDA, 2009b. Disponível: <https://www.fda.gov/food/food-defense-initiatives/carver-shock-primer>. Acesso em: 06 set. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Food Safety Modernization Act (FSMA)**. Washington, D.C.: FDA, 2011. Disponível: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805470-3.00007-7>. Acesso em: 3 may. 2018.

UNITED STATES OF AMERICA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Food Defense Awareness**. Washington, D.C.: FDA, 2014.

UNITED STATES OF AMERICA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Food Defense Initiative**. Washington, D.C.: FDA, 2022. Disponível: <https://www.fda.gov/food/food-defense-initiatives/food-and-agriculture-sector-and-other-related-activities>. Acesso em: 25 set. 2022.

VANÇAN, A. C.; RODRIGUES, M. V. O. Massacre do Paralelo 11 e os Direitos Fundamentais a partir do Direito de Memória Indígena e a descolonização do Direito Brasileiro. **Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, Foz do Iguaçu: v. 7, n. 1, p. 1-16, 2021. Disponible: <https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/2135/1436>. Acceso en: 25 abr. 2023.

WORLD HEALTH REPORT. Washington, D.C.: World Health Organization, ago. 2007. Disponible: [www.who.int/whr/2007/07\\_overview\\_en.pdf](http://www.who.int/whr/2007/07_overview_en.pdf). Acceso en: 20 set. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Terrorist threats to food**: guidance for establishing and strengthening prevention and response systems. Geneva: WHO, 2008.

# ¿El nivel de aptitud física afecta el equilibrio corporal y las respuestas fisiológicas después de realizar un ejercicio en el cual se transporta una carga durante 4 km?

*Does physical fitness level affect body balance and physiological responses after a 4 km load carriage task?*

**Resumen:** No está claro si un mejor nivel de aptitud física (NAF) es realmente una ventaja para el personal militar en funciones operativas. Propósito: investigar los efectos del NAF en el equilibrio corporal y las respuestas fisiológicas, en un ejercicio en el cual se transporta una carga durante 4 km. Se registró el equilibrio corporal (n=22) utilizando el equipo personal (22 kg), antes y después del transporte de la carga durante 4 km (cinta ergométrica). La frecuencia cardíaca (FC) se evaluó a lo largo del ejercicio, y con el resultado más reciente de la prueba de aptitud física del ejército se consideró el NAF. Se aplicaron pruebas del tipo ANOVA de diseño mixto bidireccional y t independientes ( $p < 0.05$ ). El transporte de carga aumentó significativamente el área de oscilación ( $72,21 \pm 30,94$  a  $102,68 \pm 48,57$  mm<sup>2</sup>) y otras variables de equilibrio, sin efecto del NAF. Se observaron valores medios de FC más bajos para el grupo con el NAF excelente ( $104,55 \pm 9,37$  lpm), en comparación con el grupo con el NAF buena/muy buena ( $115,07 \pm 10,14$  lpm). Transportar 22 kg durante 4 km empeoró el equilibrio corporal y los militares con mejor NAF realizaron este ejercicio con menos esfuerzo cardíaco.

**Palabras clave:** control postural; sistema cardiovascular; soporte de peso; ciencias militares; militares.

**Abstract:** It is not known whether higher physical fitness level (PFL) is really an advantage for military personnel in operational tasks. Objective: To investigate the effects of PFL on body balance and physiological responses in a 4 km load carriage task. Body balance was analyzed (n=22) using personal equipment (22 kg) before and after the 4km load carriage (treadmill). Heart rate (HR) was assessed throughout the task and PFL considered the result of the most recent Brazilian Army physical fitness test. Two-way mixed ANOVA and independent t-tests were applied ( $p < 0.05$ ). Load carriage significantly increased sway area ( $72.21 \pm 30.94$  to  $102.68 \pm 48.57$  mm<sup>2</sup>) and other balance variables, without effects of PFL. The group with excellent PFL had lower mean HR values ( $104.55 \pm 9.37$  bpm) compared with the group with good or very good PFL ( $115.07 \pm 10.14$  bpm). Carrying 22 kg for 4 km worsened body balance and the military personnel with better PFL performed this task with less cardiac effort.

**Keywords:** postural control; cardiovascular system; weight-bearing; military sciences; military personnel.


**Míriam Raquel Meira Mainenti<sup>1</sup>**   
miriam.mainenti@hotmail

**Ricardo Alexandre Falcão<sup>1</sup>**   
ricfal9@gmail.com

**Jonathan Vieira da Silva<sup>1</sup>**   
mattbarryan@gmail.com

**Victor Vinícius Ribeiro de Lima<sup>1</sup>**   
victorvrlima@gmail.com

**Fabio Alves Machado<sup>2</sup>**   
machado.fa@gmail.com

**Adriane Mara de Souza Muniz<sup>1</sup>**   
adriane\_muniz@yahoo.com

**Luis Aureliano Imbiriba<sup>3</sup>**   
luis\_aureliano@hotmail.com

<sup>1</sup>Exército Brasileiro. Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Educação Física e Desportos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

**Recibido: 23 jun. 2022**

**Aprobado: 17 abr. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

El personal militar debe llevar a cabo diversas actividades de calificación de habilidades y entrenamiento de combate. Estas tareas físicas y operativas implican desafíos complejos de diversos grados de dificultad, como actividades físicas o maniobras tácticas y técnicas extenuantes. Por ejemplo, las tropas militares deben caminar largas distancias mientras transportan cargas pesadas de suministros, municiones y equipos, además de enfrentar obstáculos psicológicos y físicos, resultando a menudo en la expresión registrada en la bibliografía como fatiga de combate (MALA *et al.*, 2015).

La carga que transportan los soldados suele llevarse en mochilas o bultos que suelen requerir que el militar tenga una respuesta corporal mecánica y realice ajustes posturales para mantener el equilibrio al estar de pie. (KNAPIK; REYNOLDS; HARMAN, 2004). En este contexto, el equilibrio postural puede definirse como los procesos realizados para mantener el cuerpo en una base de sustentación mediante la congruencia de estímulos de los sistemas visual, propioceptivo y vestibular, además de respuestas adecuadas del sistema neuromuscular (KLEINER; SCHLITTLER; SÁNCHEZ-ARIAS, 2011; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2016). Normalmente, esta capacidad física es medida objetivamente por una plataforma de fuerza (DUARTE; FREITAS, 2010), que evalúa el desplazamiento del Centro de Presión (COP). Este parámetro se refiere a la ubicación del vector resultante de las fuerzas de reacción del suelo aplicadas sobre la base de apoyo, formada por la base de los pies (WINTER, 1995). A partir de los desplazamientos del COP se calculan diversas variables, como área, velocidad, amplitud, desviación estándar y frecuencia, lo que ayuda a comprender el patrón de oscilación del cuerpo del individuo (DUARTE; FREITAS, 2010).

Estudios previos ya han demostrado que soportar una carga (sin transporte) produce aumentos significativos en el área de oscilación, la velocidad media y la longitud del camino de oscilación (SPL) del COP (GOLRIZ *et al.*, 2015; HELLER; CHALLIS; SHARKEY, 2009; RUGELJ; SEVŠEK, 2011; ZULTOWSKI; ARUIN, 2008). Sin embargo, aún se desconoce cómo se comportan estas variables basadas en COP después de los ejercicios transportando cargas, que son muy comunes en la rutina real de las tropas militares debido a los equipos y armas que ellos mismos tienen que transportar. En este contexto, Dahl *et al.* (2016) evaluaron el impacto de esta actividad en la alineación postural (pero no en el equilibrio postural), notando un aumento en la posición de la cabeza hacia adelante después de 6 minutos caminando usando una mochila de dos correas; sin embargo, este estudio abarcó un tiempo que no representa ejercicios ocupacionales reales: apenas seis minutos.

Además, el transporte de cargas puede ser bastante extenuante dependiendo de las condiciones específicas de ejecución, y una forma de cuantificar el nivel de esfuerzo realizado por las tropas es la medición de la frecuencia cardíaca (FC) durante la actividad. Este parámetro es descrito en la bibliografía científica como un marcador fisiológico de fatiga y esfuerzo, utilizado para cuantificar el estrés resultante de la carga de entrenamiento físico (FERREIRA *et al.*, 2017; FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009). El registro de la frecuencia cardíaca es un método sencillo, no invasivo y de aplicación frecuente que ha sido ampliamente utilizado para la prescripción de cargas de entrenamiento, dada la facilidad de uso de este método en el seguimiento de la intensidad de las actividades físicas (LOPES; OSIECKI; RAMA, 2012).

Además de la FC, otro marcador fisiológico de la intensidad de la actividad física es el Índice de Esfuerzo Percibido (RPE). El RPE fue desarrollado por Gunnar Borg (1982) como una herramienta para cuantificar la percepción del esfuerzo en una determinada tarea, y este índice es muy utilizado para la prescripción de ejercicios debido a su bajo costo y facilidad de aplicación

(ESTON, 2012). Los estudios de demandas fisiológicas en individuos que transportan cargas a largas distancias, en general, han mostrado un aumento de la frecuencia cardíaca y de variables como el consumo de oxígeno y el RPE (GILES *et al.*, 2019; GRENIER *et al.*, 2012; PIHLAINEN *et al.*, 2014). La evaluación del equilibrio postural, la frecuencia cardíaca y el RPE durante una actividad transportando carga puede representar respuestas biomecánicas, neurológicas y fisiológicas. Esta visión integradora ayudaría a identificar el rendimiento físico de los soldados en este tipo de ejercicio operativo.

De hecho, las bases militares operativas brasileñas (que incluyen tareas de transporte de carga de larga distancia) exigen que los militares presenten un alto nivel de aptitud física, clasificadas como buenas, muy buenas o excelente (BRASIL, 2022). Sin embargo, a pesar de que se reconoce al personal militar como un grupo en buena forma física, no se sabe si un mayor nivel de aptitud física es realmente una ventaja en funciones operativas como el transporte de carga. Además, no se investigó si estas variables mencionadas están relacionadas entre sí y podrían presentar una visión integradora, como se propuso anteriormente. Se espera que individuos con mejor aptitud física cardiopulmonar puedan tener una FC absoluta media más baja mientras realizan actividades físicas, como ya se observó (DU *et al.*, 2005). Sin embargo, hasta donde sabemos, la asociación entre la demanda fisiológica y el nivel de aptitud física aún no se ha investigado para esta función militar específica: el transporte de carga. Nuestra hipótesis fue que los militares bien entrenados realizarían tareas de transporte de carga con respuestas fisiológicas y de equilibrio corporal mínimas, indicando una posible postergación en el desarrollo de la fatiga.

El estudio de los efectos del transporte de carga sobre el equilibrio postural y sobre variables fisiológicas debe revelar las repercusiones físicas de esta tarea realizada por muchos grupos ocupacionales, como el militar, tanto durante el entrenamiento como en escenarios reales. Con este conocimiento, los preparadores físicos militares podrán desarrollar estrategias específicas para minimizar los efectos y garantizar la preparación de las tropas, incluso después de un transporte de carga de larga distancia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos sobre el equilibrio corporal y las respuestas fisiológicas durante un ejercicio de transporte de carga durante 4 km, en función del nivel de aptitud física (NAF). Además, también se investigó la relación entre el equilibrio y los cambios fisiológicos provocados por el ejercicio transportando carga.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Muestra y diseño del estudio

Se trata de un estudio observacional transversal con una muestra de 22 participantes del sexo masculino de la Escola de Educação Física do Exército (Escuela de Educación Física del Ejército Brasileño) (EsEFEx), una organización militar ubicada en Río de Janeiro, Brasil (muestreo por conveniencia). Los criterios de inclusión fueron ser hombre, con edad entre 18 y 30 años y presentar una puntuación mínima de “Buena” en la última Prueba de Evaluación Física del Ejército (PAFE), que se aplica cada cuatro meses. Este criterio de inclusión fue aplicado para representar al personal militar que normalmente transporta carga en el Ejército Brasileño: empleados en bases operativas, que requieren un mínimo de “Buena”. Ningún individuo tenía antecedentes de trastornos musculoesqueléticos o neurológicos. Los participantes firmaron el Formulario de Consentimiento Informado. El estudio fue aprobado por el comité de ética local (número de protocolo: 83493618.1.00000.5235).

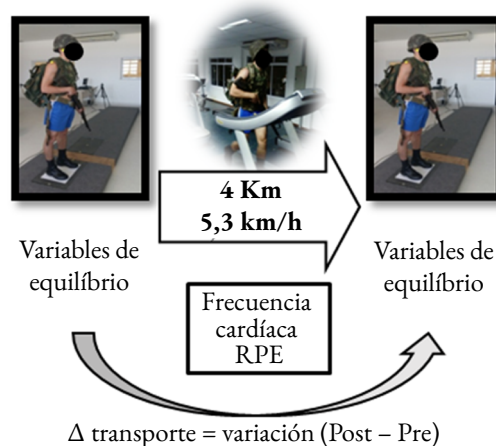
Se calculó un tamaño de muestra de 20 utilizando G\*Power (versión 3.1.9.7, Alemania) para los siguientes parámetros: potencia = 0,80,  $\alpha$  = 0,05 y tamaño del efecto = 0,35 (Familia de pruebas = pruebas F, ANOVA: medidas repetidas, interacción dentro y entre). Como ningún estudio previo ha realizado esta evaluación antes (antes y después del transporte de carga con variables de equilibrio corporal), se eligió el valor del tamaño del efecto para clasificar este efecto como “no elevado”. Dado que 0,40 o 0,50 a menudo se adoptan como límites para efectos mayores (para el análisis *eta*), en G\*Power se utilizó un valor justo por debajo (0,35). Así, se seleccionaron veintidós militares para evitar que el posible abandono de la muestra redujera la potencia de análisis del estudio.

## 2.2 Simulación de una marcha de 4 km

La distancia de 4 km se recorrió en 45 minutos a una velocidad constante de 5,3 km/h, en una cinta ergométrica (TechnoGym, modelo Exite Run 900, Italia), en el mismo momento del día para todos los participantes, en un ambiente con temperatura y humedad controlados en el Laboratorio de Biociencias (EsEFEx). Este protocolo se basó en las características de las marchas terrestres establecidas por las directrices del Manual de Campo del Ejército Brasileño (BRASIL, 2019). Los participantes utilizaron su equipo personal (media del participante:  $21,8 \pm 0,77$  kg) durante todo el protocolo experimental: rifle, casco, mochila mediana de 15 kg, correas para los hombros, cinturón táctico con una cantimplora de agua (1 litro) sujeta en el lado izquierdo.

Los procedimientos experimentales se realizaron en el siguiente orden: (i) evaluación del equilibrio postural llevando equipo personal; (ii) transporte de carga durante 4 km de marcha simulada en la cinta ergométrica durante la medición de la frecuencia cardíaca (FT1, Polar, Finlandia) y el Índice de Esfuerzo Percibido (RPE); y (iii) evaluación del equilibrio postural posterior a la marcha con equipo personal (Figura 1). Toda la recopilación de datos de cada participante fue de aproximadamente 80 minutos.

**Figura 1 – Representación esquemática del protocolo experimental para evaluar el equilibrio postural y fisiológico (frecuencia cardíaca e Índice de Esfuerzo Percibido – RPE)**



Fuente: elaborado por los autores, 2023



Todos los equipos individuales fueron pesados en una balanza Filizola®, modelo PL 2007 (Brasil), que también se utilizó para medir la masa corporal total de los participantes. La estatura se midió con un estadiómetro Sanny® (Brasil), de acuerdo con el protocolo estándar.

### 2.3 Evaluación del equilibrio postural (estabilometría)

Se utilizó una plataforma de fuerza (Bertec, EE. UU.) para evaluar el desplazamiento del centro de presión (COP). Se recopilaron tres pruebas de evaluación del equilibrio postural para garantizar una mayor confiabilidad de los datos (RUHE *et al.*, 2010) y se utilizó su promedio para el análisis. Cada prueba estabilométrica se registró durante 80 segundos, descartando los 20 segundos iniciales para evitar posibles perturbaciones transitorias (CARROLL; FREEDMAN, 1993; LIN *et al.*, 2008). Se estableció un intervalo de 45 segundos entre cada medición, durante el cual los participantes permanecieron sentados, pero sin quitarse el equipo personal. Los datos estabilométricos se recopilaron a una frecuencia de muestreo de 1 kHz y se filtraron utilizando un filtro de paso bajo Butterworth bidireccional de 2° orden con una frecuencia de corte de 5 Hz (DUARTE; FREITAS, 2010).

Se instruyó a los participantes para que permanecieran en una posición cómoda, con los pies separados aproximadamente al ancho de los hombros. Se marcaba la posición de los pies del participante en una hoja de papel colocada sobre la plataforma de fuerza, para evitar cambios en la zona de la base de apoyo mientras eran realizadas las pruebas. Todos los participantes recibieron instrucciones para evitar el movimiento durante las mediciones y fijaron sus ojos en un punto a tres metros delante de ellos.

Las variables dependientes calculadas a partir del desplazamiento del COP fueron: área de oscilación (mm<sup>2</sup>), longitud del camino de oscilación (mm) y, por separado, velocidad, desviación estándar y amplitud en las direcciones anteroposterior (AP) y mediolateral (ML) (PRIETO *et al.*, 1996). Estas variables del COP se calcularon mediante rutinas específicas en el software Matlab 2020 (The Mathworks, EE. UU.).

### 2.4 Evaluación de las variables fisiológicas

Durante la simulación de la marcha, se monitoreó la frecuencia cardíaca (FC) durante todo el experimento y fue registrada a cada cinco minutos mediante un monitor de frecuencia cardíaca portátil (FT1, Polar, Finlandia). El Índice de Esfuerzo Percibido (RPE) también se registró cada cinco minutos, utilizando la escala de Borg modificada, variando de 0 (sin esfuerzo) a 10 (esfuerzo máximo) (BORG, 2000). Antes del ejercicio, los participantes estaban familiarizados con la escala y los investigadores enfatizaron el significado de cada número. Por ejemplo, siempre se afirmó que el número 5 no era “moderado” como muchos podrían pensar (como punto medio entre 0 y 10), sino “difícil”. La FC media y el RPE medio se calcularon considerando las nueve medidas tomadas durante la marcha de 45 minutos. También se analizó la frecuencia cardíaca máxima (FC máx.) y el RPE (RPE máx.), considerando el mayor valor medido en los últimos 15 minutos transportando la carga.

## 2.5 Nivel de aptitud física (NAF)

Los niveles de aptitud física se obtuvieron utilizando la puntuación obtenida en la última Prueba de Evaluación Física del Ejército (PAFE) registrada en cada expediente institucional individual. El PAFE consiste en una carrera de 12 minutos, flexiones en el suelo, flexiones con barra y abdominales. El personal militar se clasifica con una puntuación de aptitud de acuerdo con los resultados del PAFE: I (insuficiente), R (regular), B (buena), MB (muy buena) y E (excelente) (BRASIL, 2022). El NAF final, registrado en el formulario institucional individual, es la peor calificación entre las cuatro pruebas.

Para evitar el sesgo de selección y de otras fuentes, aplicamos algunas conductas estándar a lo largo de la investigación: (i) los datos de elegibilidad se verificaron en el formulario de anamnesis para preguntas específicas; (ii) el investigador que ayudó al participante a rellenar este formulario no fue quien acompañó a los militares en la simulación de la marcha terrestre de 4 km; y (iii) las puntuaciones del PAFE fueron los últimos datos incluidos en la hoja de cálculo utilizada en el análisis.

## 2.6 Análisis de los datos

Inicialmente, los participantes se dividieron en dos grupos según su nivel de aptitud física (NAF): un grupo con los participantes que obtuvieron una puntuación PAFE excelente (EX,  $n = 11$ ) y otro grupo con aquellos cuya puntuación PAFE fue buena o muy buena (BMB,  $n = 11$ ). La distribución de datos se evaluó mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Para poder identificar los efectos del transporte de carga, considerando el nivel de aptitud física, se aplicó ANOVA mixto de dos vías (para variables de equilibrio postural) y prueba *t* para muestras independientes (comportamiento cardíaco durante el ejercicio de transporte de carga: variables FC media, y FC máxima). Para la clasificación del esfuerzo percibido, la comparación entre grupos según el NAF se realizó mediante la Prueba Exacta de Fisher, que comparó la frecuencia de las puntuaciones del RPE para ambos grupos en el nivel de aptitud física (EX vs. BMB).

Finalmente, se utilizaron las pruebas de correlación de Pearson entre las variables estabilométricas y la frecuencia cardíaca para evaluar la relación entre los cambios en el equilibrio postural causados por el transporte de carga ( $\Delta$  transporte, para las variables que mostraron cambios significativos en análisis previos) y la demanda de frecuencia cardíaca para el ejercicio (FC media y FC máxima).

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar y como frecuencia. Todos los análisis se realizaron utilizando IBM SPSS Statistics (versión 27). Se consideraron diferencias estadísticamente significativas para valores de  $p < 0,05$ . El coeficiente de correlación ( $r$ ) fue considerado muy fuerte para valores de  $r \geq 0,9$ ; fuerte para  $r$  entre 0,6 (incluido) y 0,9; regular para  $r$  entre 0,3 (incluido) y 0,6; y débil para  $r$  entre 0 y 0,3 (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

## 3 RESULTADOS

Se evaluaron 22 militares ( $27,09 \pm 2,07$  años,  $75,70 \pm 9,14$  kg y  $1,77 \pm 0,07$  m). Con relación a la última puntuación obtenida en la Prueba de Evaluación Física del Ejército (PAFE), el 31,80% de los participantes se clasificó como buena (B), el 18,20% como muy buena (MB) y el 50,00% como excelente (E). Las características antropométricas del grupo excelente (EX,  $n = 11$ )

fueron  $27,09 \pm 1,97$  años,  $70,26 \pm 7,73$  kg,  $1,75 \pm 0,07$  m) y para el grupo buena y muy buena (BMB,  $n = 11$ ) fueron  $27,09 \pm 2,26$  años,  $81,13 \pm 7,13$  kg,  $1,79 \pm 0,07$  m.

El ANOVA mixto de dos vías mostró cambios debido al efecto principal del transporte de carga, con aumentos significativos en: el área de oscilación ( $F = 13,174$ ,  $p = 0,002$ ), desviación estándar de ML ( $F = 16,836$ ,  $p = 0,001$ ) y amplitud de ML ( $F = 26,648$ ,  $p < 0,001$ ) (Tabla 1). No se observó diferencias en el efecto principal del nivel de aptitud física y tampoco se verificó alguna interacción.

**Tabla 1 – Variables de equilibrio corporal antes y después del transporte de carga durante 4 km para los grupos de nivel de aptitud física total ( $n=22$ ), excelente (EX,  $n=11$ ) y buena o muy buena (BMB,  $n=11$ )**

<b>Variables</b>	<b>Antes de transportar la carga</b>	<b>Después de transportar la carga</b>
<b>Área de oscilación (mm<sup>2</sup>)</b>		
EX	$69,03 \pm 38,59$	$94,04 \pm 57,18$
BMB	$75,39 \pm 22,33$	$111,32 \pm 38,98$
Total	$72,21 \pm 30,94$	$102,68 \pm 48,57^*$
<b>Velocidad media ML (mm/s)</b>		
EX	$2,61 \pm 0,75$	$2,53 \pm 0,73$
BMB	$2,56 \pm 0,50$	$2,71 \pm 0,56$
Total	$2,59 \pm 0,62$	$2,62 \pm 0,64$
<b>Velocidad media AP (mm/s)</b>		
EX	$4,51 \pm 0,76$	$4,37 \pm 0,93$
BMB	$4,68 \pm 1,15$	$4,86 \pm 0,97$
Total	$4,59 \pm 0,95$	$4,61 \pm 0,96$
<b>Desviación estándar ML (mm)</b>		
EX	$1,88 \pm 0,71$	$2,46 \pm 0,97$
BMB	$1,80 \pm 0,41$	$2,56 \pm 0,55$
Total	$1,84 \pm 0,57$	$2,51 \pm 0,77^*$
<b>Desviación estándar AP (mm)</b>		
EX	$3,28 \pm 1,01$	$3,64 \pm 1,55$
BMB	$3,72 \pm 0,83$	$3,79 \pm 1,01$
Total	$3,50 \pm 0,93$	$3,71 \pm 1,28$
<b>Amplitud ML (mm)</b>		
EX	$9,88 \pm 3,44$	$12,15 \pm 4,30$
BMB	$9,37 \pm 1,95$	$13,47 \pm 2,40$
Total	$9,62 \pm 2,74$	$12,81 \pm 3,46^*$
<b>Amplitud AP (mm)</b>		
EX	$17,24 \pm 5,07$	$17,67 \pm 5,66$
BMB	$19,10 \pm 3,81$	$19,91 \pm 5,18$
Total	$18,17 \pm 4,48$	$18,79 \pm 5,41$
<b>SPL (mm)</b>		
EX	$340,11 \pm 60,55$	$328,33 \pm 71,38$
BMB	$347,05 \pm 65,98$	$362,36 \pm 62,94$
Total	$343,58 \pm 61,90$	$345,34 \pm 67,94$

Los datos se muestran como media  $\pm$  desviación estándar. AP = dirección anteroposterior.

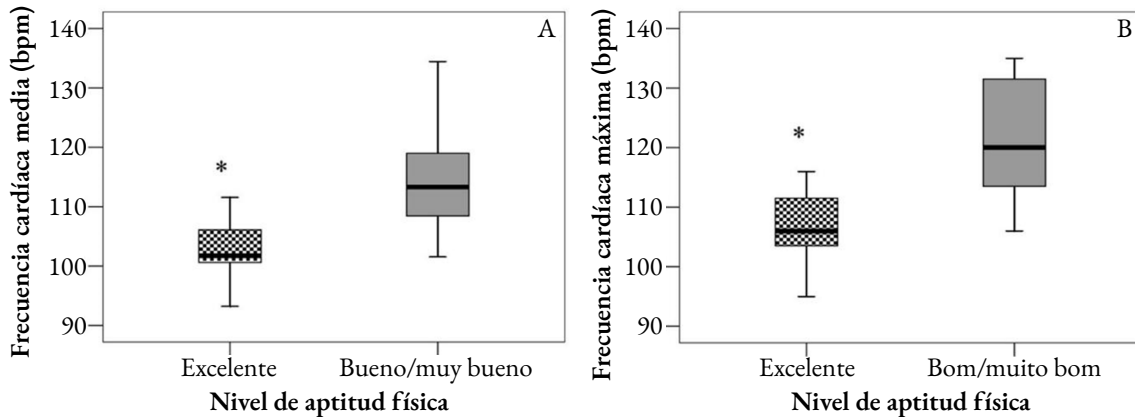
EX = grupo excelente ( $n = 11$ ). BMB = grupo siendo buena y muy buena ( $n = 11$ ). ML = dirección mediolateral.

SPL = longitud del camino de oscilación. \*  $p < 0,05$

Fuente: elaborado por los autores, 2023

El comportamiento cardíaco, según el nivel de aptitud física, presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Los participantes con excelente nivel de aptitud física mostraron menor esfuerzo cardíaco que el grupo con buena/muy buena aptitud física, con valores de frecuencia cardíaca media y máxima más bajos (Figura 2).

**Figura 2 – Diagramas de caja (mínimo, primer cuartil, mediana, tercer cuartil, valores máximos) para la frecuencia cardíaca media (A) y la frecuencia cardíaca máxima (B). \* diferencia estadística entre los grupos de nivel de aptitud física (prueba t para muestras independientes)**



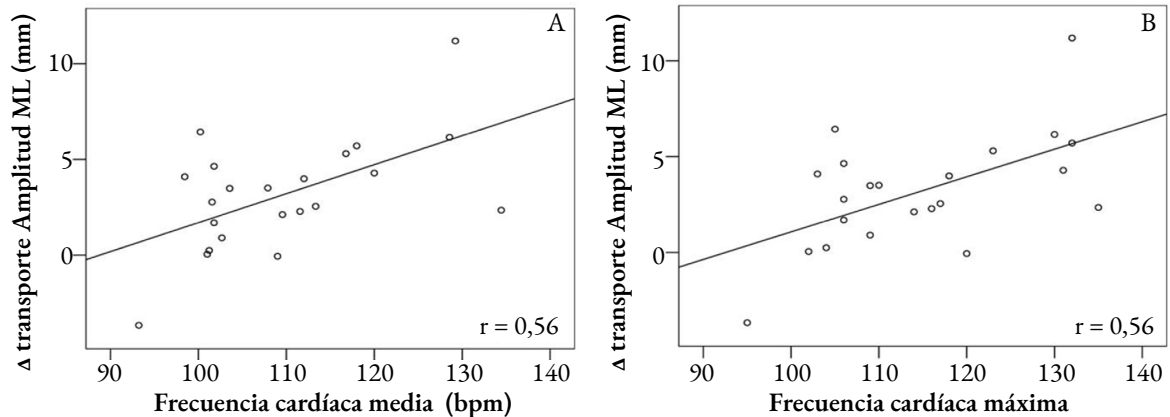
Fuente: elaborado por los autores, 2023

A pesar de la diferencia encontrada para la frecuencia cardíaca, el Índice de Esfuerzo Percibido (RPE) no mostró diferencias entre los grupos EX y BMB, tanto para el RPE medio como para el máximo. El análisis de los valores medios de RPE para EX mostró que siete participantes tuvieron una puntuación 2 y cuatro participantes una puntuación 3. En el grupo BMB, cuatro participantes tuvieron una puntuación 2 y siete participantes una puntuación 3. La Prueba Exacta de Fisher no mostró diferencias estadísticas para el RPE medio ( $p = 0,40$ ). Para la variable RPE máximo, seis participantes del grupo EX reportaron 2 como RPE máximo, cuatro reportaron 3 y uno reportó 4. En el grupo BMB, dos participantes reportaron 2 como RPE máximo, ocho reportaron 3 y uno reportó 4. Al igual que el RPE medio, el RPE máximo no presentó diferencias estadísticas en la Prueba Exacta de Fisher ( $p = 0,19$ ).

Finalmente, las variables cardíacas mostraron una correlación significativa, positiva y regular con  $\Delta$  transporte Desviación estándar ML (FC media:  $r = 0,50$ ,  $p = 0,019$ ; FC máxima:  $r = 0,46$ ,  $p = 0,033$ ) y  $\Delta$  transporte Amplitud ML (FC media:  $r = 0,56$ ,  $p = 0,007$ , FC máxima:  $r = 0,56$ ,  $p = 0,007$ ) (Figura 3). Se encontró otra correlación significativa entre la FC media y  $\Delta$  área de oscilación de transporte ( $r = 0,45$ ,  $p = 0,038$ ). La correlación entre FC máxima y  $\Delta$  Área de oscilación de transporte no mostró resultados significativos ( $r = 0,38$ ,  $p = 0,083$ ).

**Figura 3 – Gráficos de dispersión para  $\Delta$  amplitud de transporte ML vs. frecuencia cardíaca media (A) y frecuencia cardíaca máxima (B)**

**$r$  = Coeficiente de correlación de Pearson**



Fuente: elaborado por los autores

## 4 DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo identificar los efectos del transporte de carga (alrededor de 22 kg) durante 4 km sobre el equilibrio postural y las respuestas cardíacas, comparando individuos con diferentes niveles de aptitud física. Los resultados mostraron que: (i) llevar equipo personal durante 4 km provocó cambios en el área de oscilación, la amplitud ML y la desviación estándar ML; (ii) el nivel de aptitud física se asoció con la frecuencia cardíaca al caminar en la cinta, pero no con cambios en el control postural; y (iii) hubo una correlación positiva entre los cambios posturales y fisiológicos derivados por el transporte de carga.

### 4.1 Equilibrio postural y transporte de carga

Los cambios observados en el equilibrio postural tras el transporte de carga podrían explicarse por un posible cansancio provocado por la tarea. En ejercicios militares prolongados, soportar el equipo personal parece conducir a una fatiga muscular significativa en las extremidades inferiores. El agotamiento de estos músculos impacta en el equilibrio corporal, con mayor dificultad y alteraciones en la propiocepción (ARLIANI *et al.*, 2013; MARCHETTI; ORSELLI; DUARTE, 2013). Es complicado mantener el equilibrio postural después de pequeñas perturbaciones, debido a los cambios en el sentido de la posición (ALLEN; PROSKE, 2006) y la estabilidad de la articulación del tobillo (YAGGIE; MCGREGOR, 2002), además de perjudicar las sinergias de los músculos de la cadera y la rodilla. para reaccionar ante pequeños trastornos (GRIBBLE; HERTEL, 2004). Además, la fatiga afecta la función neuromuscular en sí, empeorando la capacidad de contracciones musculares rápidas y ajustes posturales adecuados.

Varios estudios han argumentado que la fatiga es un factor que perjudica el equilibrio postural (ALLEN; LEUNG; PROSKE, 2010; NARDONE *et al.*, 1997; RAHNAMA *et al.*, 2003). Por ejemplo, Baroni *et al.* (2011) confirmaron la relación directa de dependencia entre fatiga y equilibrio postural

(en donde una mayor fatiga conduce a mayor desequilibrio); pero este resultado fue observado por la aplicación de un protocolo de fatiga en cicloergómetro, diferente del abordaje del presente estudio. Otros autores llegaron a conclusiones similares utilizando dinamometría isocinética en el aislamiento de grupos musculares (GRIBBLE; HERTEL, 2004; YAGGIE; MCGREGOR, 2002). Nuestro estudio muestra que el equilibrio postural es modulado por una tarea previa de transporte de carga y que las correlaciones positivas observadas entre los cambios posturales y fisiológicos mejoran esta discusión, afirmando que cuanto mayor es el esfuerzo cardíaco durante el ejercicio, peor es el equilibrio corporal. Ciertamente, siendo un estudio observacional transversal, esta correlación no garantiza una relación causa-efecto, pero al verificar estos resultados, parece que la visión integradora (comportamiento bio-mecánico, neurológico y fisiológico) mencionada en la introducción tiene sentido.

Nuestros resultados mostraron alteraciones significativas en los ajustes posturales del ML después del transporte de cargas, lo que podría explicarse debido a una posible asimetría de carga en las extremidades (ZULTOWSKI; ARUIN, 2008). Durante la marcha de 4 km, a los participantes se les permitió llevar el arma en la posición que consideraran más cómoda, pero alternaron el arma entre las dos manos, algo que podría haber causado las diferencias percibidas principalmente en el eje ML. También cabe mencionar que el cuerpo humano cuenta con estrategias posturales para mantener el equilibrio en relación a los ejes de movimiento. Para el eje AP parecen observarse más las estrategias de tobillo y cadera (HORAK; NASHNER, 1986), y para el eje ML es más frecuente la estrategia de carga-descarga (WINTER, 1995), que muestra cierta asimetría postural. En este sentido, no sorprende en absoluto que el eje ML tuviera el mayor impacto sobre los parámetros estabilométricos en función de la demanda física.

Hasta donde sabemos, el presente estudio fue el primero en evaluar el equilibrio postural después de caminar largas distancias mientras se transportaba una carga. El único estudio que abordó las posturas estáticas después de llevar una carga evaluó la alineación postural después de caminar con una carga durante 6 minutos. Dahl *et al.* (2016) encontraron un aumento en la hiperextensión del cuello después de caminar, pero no investigaron el equilibrio postural.

#### **4.2 Relación entre el nivel de aptitud física y la frecuencia cardíaca junto con los cambios estabilométricos**

Nuestros resultados mostraron que el nivel de aptitud física se asoció con el comportamiento cardíaco en el ejercicio de transporte de carga. Los participantes con mejores puntuaciones PAFE realizaron la marcha de 4 km con menos esfuerzo cardíaco, siendo reflejado con valores de FC promedio y máximo más bajos. Además, el aumento de los parámetros estabilométricos posteriores a la marcha no fue el mismo para todos los individuos de la muestra. Los que mostraron más alteraciones en el equilibrio postural después de la marcha de 4 km son los que también mostraron mayor esfuerzo cardiovascular. Los participantes que tuvieron una mejor aptitud física probablemente se adaptaron mejor al ejercicio, lo que puede haber contribuido a una menor necesidad de ajustes de la frecuencia cardíaca durante menor esfuerzo físico.

Aunque nunca se ha investigado la asociación entre el comportamiento cardíaco, en un ejercicio de transporte de carga durante largas distancias, y los niveles de aptitud física, los resultados corroboran las tesis tradicionales en el área de estudio de la fisiología del ejercicio.

Los individuos con mejores niveles de aptitud física tendrían una mejor eficiencia/economía de movimientos, requiriendo menos de su sistema cardiovascular en una tarea física determinada (LITLESKARE *et al.*, 2020). Aunque observamos una influencia del nivel de aptitud física en el comportamiento de la frecuencia cardíaca, no hubo impactos en el equilibrio corporal. Esto se puede explicar por el alto nivel de experiencia de los participantes y el bajo nivel de dificultad de la evaluación del equilibrio (60 segundos manteniendo una posición vertical con el equipo personal).

#### 4.3 Limitaciones y puntos destacados

No se realizaron pruebas específicas para evaluar la fatiga muscular periférica relacionada con la marcha de 4 km, lo cual es una de las limitaciones del presente estudio. Otra limitación importante fue el uso de una cinta ergométrica para realizar la simulación de una marcha en un ambiente controlado, cuando los ejercicios reales con transporte de carga suelen ser realizadas por tropas en terrenos irregulares, con fuertes pendientes y en las más variadas condiciones climáticas. Sin embargo, dado que este fue el primer estudio que examinó los efectos del transporte de carga durante largas distancias sobre el equilibrio postural, se decidió trabajar en un entorno controlado, para permitir un seguimiento integral e individualizado.

Usar la escala RPE con miembros de las fuerzas armadas no es una labor fácil. Debido a que estos individuos generalmente están en buena forma física (debido a su entrenamiento militar), a menudo subestiman el esfuerzo percibido en la mayoría de las tareas. En este sentido, es fundamental familiarizarse con el significado de cada valor de la escala, siendo esta la estrategia llevada a cabo en el presente estudio. Finalmente, cabe señalar que de entre las diversas investigaciones sobre el transporte y soporte de carga, el tamaño de la muestra con 22 sujetos es más numeroso que en la mayoría de los otros estudios, lo que aumenta la transcendencia de nuestras revelaciones.

### 5 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Transportar 22 kg durante 4 km empeoró el equilibrio corporal con cambios en el área de oscilación, la desviación estándar mediolateral y la amplitud mediolateral. Los participantes con un mejor nivel de aptitud física realizaron este ejercicio con menor esfuerzo cardíaco, pero no se observó influencia en la oscilación del cuerpo. Por último, los participantes que realizaron el transporte de carga durante 4 km con menor esfuerzo cardíaco también mostraron las menores variaciones en el equilibrio postural, dependiendo del transporte de carga.

Otras investigaciones sobre este tema podrían evaluar el comportamiento de la frecuencia cardíaca después de realizar el ejercicio de transporte de carga, con el fin de identificar cuánto tiempo los militares mantienen las condiciones cercanas a las de preesfuerzo, hecho que mejora la capacidad para llevar a cabo las misiones asignadas. Otra sugerencia es evaluar los efectos del transporte de carga posicionado simétricamente sobre el equilibrio postural, verificando si estos efectos desaparecen, como suele ocurrir en las tareas de soporte de carga. Además, sería importante verificar las modificaciones después de transportar cargas en campo (fuera del laboratorio) y también en distancias más largas.

## AUTORÍA Y CONTRIBUCIONES

**Miriam Raquel Meira Mainenti, Ricardo Alexandre Falcão, Luis Aureliano Imbiriba** – concepción y diseño de la obra; recopilación, análisis e interpretación de datos; revisión crítica de la obra para garantizar la relevancia del contenido intelectual; aprobación final de la versión enviada a la Coleção Meira Mattos (Colección Meira Mattos).

**Jonathan Vieira da Silva, Victor Vinícius Ribeiro Lima** – recopilación, análisis e interpretación de datos; elaboración del trabajo; aprobación final de la versión enviada a la Coleção Meira Mattos (Colección Meira Mattos).

**Fabio Alves Machado** – interpretación de datos; revisión crítica del trabajo para garantizar la relevancia del contenido intelectual; aprobación final de la versión enviada a la Coleção Meira Mattos (Colección Meira Mattos).

**Adriane Mara de Souza Muniz** – análisis e interpretación de datos; revisión crítica del trabajo para garantizar la relevancia del contenido intelectual; aprobación final de la versión enviada a la Coleção Meira Mattos (Colección Meira Mattos).



## REFERENCIAS

ALLEN, T. J.; PROSKE, U. Effect of muscle fatigue on the sense of limb position and movement. **Experimental Brain Research**, Bethesda, v. 170, n. 1, p. 30-38, 2006. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16328298/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

ALLEN, T. J.; LEUNG, M.; PROSKE, U. The effect of fatigue from exercise on human limb position sense. **Journal of Physiology**, Bethesda, v. 588, n. 8, p. 1369-1377, 2010. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872740/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

ARLIANI, G. G.; ALMEIDA, G. P. L.; SANTOS, C. V.; VENTURINI, A. M.; ASTUR, D. C.; COHEN, M. O efeito do esforço na estabilidade postural em jovens jogadores de futebol. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 155-158, 2013. Disponível: <https://www.scielo.br/j/aob/a/TTs4rXhkqgDbMqtDcDhQLfw/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BARONI, B. M.; WIEST, M. J.; GENEROSI, R. A.; VAZ, M. A.; LEAR JUNIOR, E. C. P. Efeito da fadiga muscular sobre o controle postural durante o movimento do passe em atletas de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Santa Catarina, v. 13, n. 5, p. 348-353, 2011. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/gxZPZRjTt65QTPKz9MMHXqH/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Bethesda, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria nº 850-EME, de 31 de agosto de 2022**. Aprova diretriz para a avaliação física do Exército Brasileiro EB20-D-03.053. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2022. Disponível: [http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006\\_outras\\_publicacoes/01\\_diretrizes/04\\_estado-maior\\_do\\_exercito/port\\_n\\_850\\_eme\\_31ago2022.html](http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/04_estado-maior_do_exercito/port_n_850_eme_31ago2022.html). Acesso em: 20 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria nº 041-COTER, de 4 de abril de 2019**. Manual de Campanha EB70-MC-10.304. Marchas a Pé. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2019.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CARROLL, J. P.; FREEDMAN, W. Nonstationary properties of postural sway. **Journal of Biomechanics**, Bethesda, v. 26, n. 4-5, p. 409-416, 1993. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8478345/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

DAHL, K. D.; WANG, H.; POPP, J. K.; DICKIN, D. C. Load distribution and postural changes in young adults when wearing a traditional backpack versus the BackTpack. **Gait Posture**, Bethesda, v. 45, p. 90-96, 2016. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26979888/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

DU, N. *et al.* Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bethesda, v. 4, n. 1, p. 9-17, 2005. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3880089/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 183-192, 2010. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/hFQTppgw4q3jGBCDKV9fdCH/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Bethesda, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2012. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22634967/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

FERREIRA, L. L.; SOUZA, N. M.; BERNARDO, A. F. B.; VITOR, A. L. R.; VALENTI, V. E.; VANDERLEI, L. C. M. Variabilidade da frequência cardíaca como recurso em fisioterapia: análise de periódicos nacionais. **Fisioterapia & Movimento**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 25-36, 2017. Disponível: <https://www.scielo.br/j/fm/a/wtXh958WvNYsP37scpDtDgP/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2023.

FREITAS, D. S.; MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Santa Catarina, v. 11, n. 4, p. 457-465, 2009. Disponível: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/1980-0037.2009v11n4p457>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GILES, G. E.; HASSELQUIST, L.; CARUSO, C. M.; EDDY, M. D. Load carriage and physical exertion influence cognitive control in military scenarios. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Bethesda, v. 51, n. 12, p. 2540-2546, 2019. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31274685/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GOLRIZ, S.; HEBERT, J. J.; FOREMAN, K. B.; WALKER, B. F. The effect of hip belt use and load placement in a backpack on postural stability and perceived exertion: a within-subjects trial. **Ergonomics**, Bethesda, v. 58, n. 1, p. 140-147, 2015. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25265931/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GRENIER, J. G. *et al.* Effects of Extreme-Duration Heavy Load Carriage on Neuromuscular Function and Locomotion: A Military-Based Study. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 8, p. 1-11, 2012. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22927995/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GRIBBLE, P. A.; HERTEL, J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural balance. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Bethesda, v. 85, n. 4, p. 589-592, 2004. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15083434/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

HELLER, M. F.; CHALLIS, J. H.; SHARKEY, N. A. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. **Gait Posture**, Bethesda, v. 30, n. 1, p. 115-117, 2009. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19403310/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

HORAK, F. B.; NASHNER, L. M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, v. 55, n. 6, p. 1369-1381, 1986. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3734861/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

KLEINER, A. F. R.; SCHLITTLER, R. D. C.; SÁNCHEZ-ARIAS, M. D. R. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 349-357, 2011. Disponível: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/72584>. Acesso em: 20 abr. 2023.

KNAPIK, J. J.; REYNOLDS, K. L.; HARMAN, E. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical, and Medical Aspects. **Military Medicine**, Bethesda, v. 169, p. 45-56, 2004. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14964502/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

LIN, D.; SEOL, H.; NUSSBAUM, M. A.; MADIGAN, M. L. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. **Gait Posture**, Bethesda, v. 28, n. 2, p. 337-342, 2008. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18316191/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

LITLESKARE, S.; ENOKSEN, E.; SANDVEI, M.; STØEN, L.; STENSRUD, T.; JOHANSEN, E.; JENSEN, J. Sprint Interval Running and Continuous Running Produce Training Specific Adaptations, Despite a Similar Improvement of Aerobic Endurance Capacity—A Randomized Trial of Healthy Adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Bethesda, v. 17, n. 11, p. 3865, 2020. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32485945/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

LOPES, R. F.; OSIECKI, R.; RAMA, L. M. P. L. Resposta da frequência cardíaca e da concentração de lactato após cada segmento do triathlon olímpico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 158-160, 2012. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/Y6tMwmCXy6NZVRZQ4NBMbVn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MALA, J. *et al.* The role of strength and power during performance of high intensity military tasks under heavy load carriage. **US Army Medical Department Journal**, Bethesda, p. 3-11, 2015. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26101902/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

MARCHETTI, P. H.; ORSELLI, M. I. V.; DUARTE, M. The effects of uni- and bilateral fatigue on postural and power tasks. **Journal of Applied Biomechanics**, Bethesda, v. 29, n. 1, p. 44-48, 2013. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22814245/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

NARDONE, A.; TARANTOLA, J.; GIORDANO, A.; SCHIEPPATI, M. Fatigue effects on body balance. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, Bethesda, v. 105, n. 5, p. 309-320, 1997. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9284239/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

PIHLAINEN, K.; SANTTIA, M.; HÄKKINEN, K.; LINDHOLM, H.; KYRÖLÄINEN, H. Cardiorespiratory Responses Induced by Various Military Field Tasks. **Military Medicine**, Bethesda, v. 179, n. 2, p. 218-224, 2014. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24491620/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

PRIETO, T. E.; MYKLEBUST, J. B.; HOFFMANN, R. G.; LOVETT, E. G.; MYKLEBUST, B. M. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. **IEEE Transactions on Bio-medical Engineering**, Bethesda, v. 43, n. 9, p. 956-966, 1996. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9214811/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

RAHNAMA, N., REILLY, T., LEES, A., GRAHAM-SMITH, P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**, Bethesda, v. 21, n. 11, p. 933-942, 2003. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14626373/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

RUGELJ, D.; SEVŠEK, F. The effect of load mass and its placement on postural sway. **Applied Ergonomics**, Bethesda, v. 42, n. 6, p. 860-866, 2011. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21356532/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

RUHE, A.; FEJER, R.; WALKER, B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. **Gait Posture**, Bethesda, v. 32, n. 4, p. 436-445, 2010. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20947353/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Motor control**: translating research in clinical practice. 5. ed. Philadelphia: Lippincott, 2016.

WINTER, D. A. **A.B.C. of Balance During Standing and Walking**. Ontario: Waterloo Biomechanics, 1995.

YAGGIE, J. A.; MCGREGOR, S. J. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Bethesda, v. 83, n. 2, p. 224–228, 2002. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11833026/>. Acesso en: 20 abr. 2023.

ZULTOWSKI, I.; ARUIN. A. Carrying loads and postural sway in standing: the effect of load placement and magnitude. **Work**, Bethesda, v. 30, n. 3, p. 359–368, 2008. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18725699/>. Acesso en: 20 abr. 2023.



# Análisis del perfil metabólico y cardiorrespiratorio de mujeres militares pertenecientes a organizaciones militares operativas y no operativas del Ejército Brasileño

*Analysis of the Metabolic and Cardiorespiratory Profiles of Female Military Personnel Belonging to Operative and Non-operative Military Organizations of the Brazilian Army*

**Resumen:** Se compararon los perfiles metabólicos y cardiorrespiratorios de 301 mujeres militares, integrantes de Organizaciones Militares No Operativas (OMNOP) y Organizaciones Militares Operativas (OMOP) del Ejército Brasileño. Se trata de un estudio transversal analítico, en el que se analizaron las siguientes variables: aptitud cardiorrespiratoria, marcadores bioquímicos y composición corporal. En la diferencia de medias de  $VO_{2max}$ , las militares de OMOP tuvieron puntuaciones estadísticamente más altas ( $M = 36,2 \pm 4,4$  ml/kg/min) que las de OMNOP ( $M = 34,2 \pm 5,7$  ml/kg/min). El  $VO_{2max}$  se correlacionó positivamente con el colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad) y negativamente con los triglicéridos y el índice de masa corporal (IMC). El IMC se correlacionó negativamente con HDL y positivamente con triglicéridos y glucosa. La glucosa, a su vez, se correlacionó negativamente con HDL. Los resultados de este artículo corroboran las evidencias halladas en la bibliografía sobre las asociaciones significativas entre el  $VO_{2max}$  y los indicadores de salud cardiovascular.


**Palabras clave:** aptitud cardiorrespiratoria; perfil metabólico; composición corporal.

**Abstract:** The metabolic and cardiorespiratory profiles of 301 female soldiers from Non-Operative Military Organizations (OMNOP) and Operative Organizations (OMOP) of the Brazilian Army were compared. This is an analytical cross-sectional study, which analyzed the following variables: cardiorespiratory fitness, biochemical markers and body composition. In the difference of  $VO_{2max}$  averages, the OMOP military had statistically higher scores ( $M = 36.2 \pm 4.4$  ml/kg/min) than the OMNOP ( $M = 34.2 \pm 5.7$  ml/kg/min).  $VO_{2max}$  correlated positively with HDL cholesterol and negatively with triglyceride and BMI. On the other hand, BMI correlated negatively with HDL cholesterol and positively with triglyceride and glucose. Glucose correlated with HDL cholesterol. The results of the study corroborated the evidence in the literature regarding productive, positive and negative associations between  $VO_{2max}$  and indicators of cardiovascular health.

**Keywords:** cardiorespiratory fitness; metabolic profile; body composition.

**Paula Fernandez Ferreira** 


Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
bioquimica.ipcfex@gmail.com

**Marcio Antonio de Barros Sena** 

Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
mabsmarcio@gmail.com

**Aline Tito Barbosa Silva** 

Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
aline.tito@yahoo.com

**Runer Augusto Marson** 

Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
runer.marson@gmail.com

**Marcos de Sá Rego Fortes** 

Exército Brasileiro. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
msrfortes@gmail.com

**Recibido: 6 out. 2022**

**Aprobado: 25 abr. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 INTRODUCCIÓN

La inserción de la mujer en las Fuerzas Armadas de Brasil se remonta a finales de la década de 1980 y principios de 1990. En el Ejército Brasileño (EB), mujeres pioneras, que ingresaron en la carrera militar a través de oposiciones, completaron recientemente el ciclo de 30 años de prestación de servicios y, en 2017, el primer grupo de mujeres ingresó a la Escuela Preparatoria de Cadetes del Ejército, en la línea de enseñanza militar bélica. Brasil forma parte de los acuerdos incluidos en el programa Mujer, Paz y Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que tiene como objetivo aumentar la participación femenina en las misiones de paz. De acuerdo con la directriz sobre el aumento de la participación del EB en las Operaciones de Mantenimiento de la Paz de la ONU (BRASIL, 2022), es necesario cumplir con un porcentaje mínimo de mujeres militares en el despliegue de operaciones de paz, recomendado en la Estrategia para Todo el Sistema sobre la Paridad de Género 2018- 2028. En este contexto, se enfatiza la importancia de mantener la salud y la salud física del personal militar femenino para cumplir con las diversas funciones del cargo, tanto a nivel nacional como internacional (FIELDHOUSE; O'LEARY, 2020; JONES *et al.*, 2019; MACGREGOR *et al.*, 2021).

Las Fuerzas Armadas de todo el mundo se esfuerzan por mantener a su personal físicamente saludable para el combate (NINDL *et al.*, 2012; OJANEN *et al.*, 2018; OJANEN; JALANKO; KYRÖLÄINEN, 2018).

Sin embargo, hay un aumento de las enfermedades cardiometabólicas, por ejemplo, la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2. Dentro del ámbito de la carrera militar, algunos factores pueden contribuir a este riesgo, como el estrés, la reducción de la actividad física, la reducción del tiempo de sueño y malas elecciones alimenticias.

Ante las adecuaciones necesarias para la plena integración de las militares durante su formación, el Departamento de Educación y Cultura del Ejército (DECEX) estructuró el Proyecto de Inserción del Sexo Femenino en la Línea de la Enseñanza Militar (PISFLEMB), siendo de responsabilidad del Instituto de Investigación del Entrenamiento Físico del Ejército (IPCFEx) acciones relativas a la educación física y seguimiento del estado de salud de las militares combatientes. Con respecto a las mujeres militares, existen pocos estudios científicos dedicados a esta área, considerando sus particularidades fisiológicas y etapas de vida y, aliada a éstas, la relación con la actividad militar, vacío que este artículo se propone llenar. (O'LEARY; WARDLY; GREEVES, 2020; SCHRAM *et al.*, 2022). De esta forma, el artículo pretende hacer un análisis comparativo de los perfiles bioquímicos y cardiorrespiratorios del personal militar femenino, de Organizaciones Militares No Operativas (OMNOP) y Organizaciones Operacionales (OMOP) del EB, así como verificar la asociación entre las variables bioquímicas, el IMC y el  $VO_{2máx}$ . Para ello, esta investigación se basa en datos recopilados en encuestas de campo realizadas por el IPCFEx en 2018, con una muestra de personal militar, representativa del EB. Las respuestas brindadas en este estudio permitirán adoptar estrategias para contribuir a la mejora de la salud y calidad de vida de las mujeres militares de ambos tipos de OM, además de asumir si el entrenamiento físico militar (TFM) realizado como preparación para la evaluación física (TAF) es consistente con el propósito de lograr mejores indicadores de salud.

## 2 REVISIÓN TEÓRICA

En una encuesta realizada entre 2014 y 2016 con militares del EB y miembros de los contingentes de misiones de paz de la ONU, la prevalencia del síndrome metabólico (SM) fue del 15%



(ROSA *et al.*, 2018). Otro estudio, con 2.719 militares del EB, encontró una prevalencia del 12,2% (FORTES *et al.*, 2019). Es de destacar que, en ambos estudios, solamente se incluyó personal militar masculino en las muestras, aunque los datos epidemiológicos demuestran que el entrenamiento militar y los entornos operativos inducen un mayor daño en las mujeres en comparación con los hombres (NINDL *et al.*, 2016).

Las variables bioquímicas contenidas como factores de riesgo para la SM, siendo ellas, la glucemia (GLI), HDL-colesterol (lipoproteína de alta densidad) y triglicéridos (TRIG), están relacionadas con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (LEE *et al.*, 2021; TOTH *et al.*, 2013). En cuanto a la glucemia, la disminución de la sensibilidad de los receptores de insulina en los tejidos diana hace que se establezca una resistencia a la insulina (RI) y aumento de la glucemia. (YARI-BEYGI *et al.*, 2019), relacionándose con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2. En este sentido, ya se han realizado varios estudios con el fin de comprender los efectos de la RI en el metabolismo en diferentes tejidos, por ejemplo, hepático, muscular y adiposo, así como inflamaciones y otros procesos biológicos importantes (BÓDIS; RODEN, 2018; PETERSEN; SHULMAN, 2018; YANG; VIJAYAKUMAR; KAHN, 2018). En cuanto al colesterol HDL, los estudios muestran una relación inversa entre sus niveles sistémicos y el riesgo cardiovascular (RCV) (NICHOLLS; NELSON, 2019). Además de su papel clave en el transporte inverso del colesterol, el HDL-C tiene una variedad de propiedades funcionales que pueden ejercer una influencia protectora sobre la inflamación, el estrés oxidativo, la angiogénesis y la homeostasis de la glucosa. En cuanto a los niveles de TRIG, los análisis epidemiológicos han demostrado que niveles elevados, incluso dentro del rango considerado como referencia, se relacionan con un mayor RCV (BUDOFF, 2016; VALLEJO-VAZ *et al.*, 2020). El valor deseable de TRIG medido en ayunas para sujetos adultos es inferior a 150 miligramos por decilitro (mg/dL).

El entrenamiento físico es una importante intervención no farmacológica, efectiva y recomendada para mejorar la salud y tratar enfermedades metabólicas como la obesidad (KHALAFI *et al.*, 2021). Datos recientes sugieren que la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) juega un papel importante en la reducción no solamente de la mortalidad cardiovascular, sino también del infarto de miocardio, la hipertensión, la diabetes, la fibrilación auricular, la insuficiencia cardíaca y el accidente cerebrovascular (AL-MALLAH; SAKR; AL-QUNAIBET, 2018; LAVIE *et al.*, 2019; SEALS; NAGY; MOREAU, 2019). En cuanto a las diferencias en el rendimiento físico entre sexos, según la revisión bibliográfica, se pueden explicar por las diferencias fisiológicas y morfofuncionales de hombres y mujeres (FORTES *et al.*, 2015). En personal militar, cuando se analizó la marcha en cinta ergométrica con carga progresiva (0%, 20% y 40% de la masa corporal), las demandas fisiológicas aumentaron con cargas más pesadas, sin embargo, no hubo diferencia entre los sexos al comparar la  $VO_{2máx}$  relativa. Además, en todas las condiciones de carga, las mujeres trabajaron con mayor intensidad relativa que los hombres. (VICKERY-HOWE *et al.*, 2020).

### 3 METODOLOGÍA

Se trata de un estudio transversal analítico realizado en un muestreo por conveniencia de 301 mujeres militares, con una edad media de  $34,6 \pm 6,9$  años y un IMC medio de  $24,6 \pm 4,1$  Kg/m<sup>2</sup>. La muestra fue seleccionada de un grupo de militares voluntarias de todas las regiones militares de Brasil, participantes del Proyecto de Prueba de Evaluación Física, que fue realizado por el IPCFEx en 2018.

La muestra fue dividida en dos grupos: 62 militares del Operativo OM (OMOP) y 239 militares OM no operativos (OMNOP). Las OMOP son aquellas organizadas y adiestradas para su uso en operaciones militares, mientras que las OMNOP se refieren a las unidades que desarrollan actividades, sobre todo, administrativas, docentes, sanitarias y de investigación. Se incluyeron militares en activo del EB, del sexo femenino, que se encontraban en condiciones de salud consideradas aptas para realizar las pruebas de evaluación física (TAF) y que entregaron los resultados de los exámenes de laboratorio (GLI, TRIG, HDL-c). Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética del Hospital Naval Marcílio Dias, nº 1.551.242, CAAE nº 47835615.5.0000.5256, el 11 de julio de 2019.

El test de Cooper (COOPER, 1968) se realizó sobre una superficie plana con marcas de distancia cada 50 metros, entre las siete y media y las nueve de la mañana, siendo aplicado por profesionales del área de educación física. A partir del resultado se realizó el cálculo del  $VO_{2máx}$ , utilizando la fórmula:  $(D - 504,9)/44,73$ , donde D es la distancia recorrida en metros (COOPER, 1968). En la evaluación de la composición corporal, se midió la masa y la estatura para estimar el IMC, según estándares internacionales (NORTON, 1996).

En cuanto al análisis estadístico, según el Teorema del Límite Central, si una muestra es suficientemente grande (mayor de 30), cualquiera que sea la distribución de la media muestral, esta será aproximadamente normal. En este sentido, en estadística descriptiva, las medidas de tendencia central utilizadas fueron de dispersión (media y desviación estándar) para variables continuas. En la inferencia estadística, para evaluar las diferencias de medias entre los dos grupos (OMOP y OMNOP), se utilizó un análisis paramétrico con la ayuda de la prueba t de Student (GLIC, HDL-c Y TRIG) o prueba de Welch ( $VO_{2máx}$ ), dependiendo de la violación del supuesto de homogeneidad de varianzas, verificado con la ayuda de la prueba de Levene. Además, se utilizó la prueba de correlación de Pearson para evaluar el nivel de asociación entre variables continuas, siendo los valores del coeficiente de correlación de Pearson categorizados de la siguiente manera: de 0 a 0,3 (correlación débil); de 0,3 a 0,6 (correlación moderada); y de 0,6 a 0,9 (correlación fuerte) (CALLEGARI-JACQUES, 2009). El nivel de significación adoptado fue  $p < 0,05$  y se utilizó el programa JAMOV (versión 2.3.9) para el análisis estadístico.

#### 4 RESULTADOS

A continuación, se presentarán los resultados de esta investigación por medio de tablas.

**Tabla 1 – Valores de la Media (M) y Desviación Estándar (DP) de las variables: Edad, Masa Corporal, Estatura y IMC de las militares de la muestra**

	OMOP	OMNOP
Edad (años)	32,9 ± 6,5	35,1 ± 7,0
Masa Corporal (Kg)	64,2 ± 9,3	66,3 ± 10,9
Estatura (cm)	164,3 ± 7,1	163,8 ± 7,1
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	23,9 ± 3,7	24,8 ± 4,2

OMOP = Organización Militar Operativa; OMNOP = Organización Militar No Operativa;

IMC = Índice de Masa Corporal. Datos expresados como media y desviación estándar

Fuente: Elaborado por el autor, 2023.

Tabla 2 – Prueba *t* para muestras independientes en militares miembros de las OMNOP y OMOP

	GRUPO	M	DP	p-valor
VO <sub>2máx</sub> (mL/Kg/min)	OMNOP	34,2	5,7	0,002*
	OMOP	36,2	4,4	
GLIC (mg/dL)	OMNOP	87,7	8,6	0,375
	OMOP	86,6	7,8	
HDL-c(mg/dL)	OMNOP	62,3	14,5	0,821
	OMOP	62,8	15,1	
TRIG (mg/dL)	OMNOP	89,8	39,3	0,730
	OMOP	91,7	33,6	

VO<sub>2máx</sub> = Consumo Máximo de Oxígeno; GLIC = glucosa; HDL-c = lipoproteína de alta densidad; TRIG = triglicéridos; OMOP = Organización Militar Operativa; OMNOP = Organización Militar No Operativa.

\* = diferencia significativa. Datos expresados como media y desviación estándar.

Fuente: Elaborado por el autor, 2023.

Para investigar en qué medida los niveles de VO<sub>2máx</sub> eran diferentes entre OMNOP y OMOP, se realizó la prueba *t* de Welch para muestras independientes, ya que se violó el supuesto de homogeneidad de la varianza, evaluada mediante la prueba de Levene. ( $p < 0,05$ ). En cuanto a los marcadores bioquímicos, se realizó la prueba *t* de Student. El resultado obtenido muestra que hubo diferencias significativas únicamente en la variable VO<sub>2máx</sub>, en la que las militares de las OMOP obtuvieron un resultado estadísticamente superior ( $M = 36,2 \pm 4,4$  ml/Kg/min) que las militares de las OMNOP ( $M = 34,2 \pm 5,71$  ml/Kg/min). En las demás variables, sin embargo, no se encontraron resultados significativos. Cabe mencionar que el porcentaje de personal militar de las OMOP, con niveles de glucosa, HDL-c, triglicéridos dentro de los valores de referencia, según la Sociedad Brasileña de Dislipidemias y la Sociedad Brasileña de Diabetes, fueron del 99%, 95,4% y 98,7%, respectivamente. En cuanto a las militares de las OMNOP, los porcentajes fueron: 96,4%, 81,1% y 95%, respectivamente.

Tabla 3 – Matriz de Correlaciones entre todas las variables en el estudio del personal militar femenino del EB

		TRIG	GLIC	HDL-c	IMC	VO <sub>2máx</sub>
TRIG	r de Pearson	—				
	p-valor	—				
GLIC	r de Pearson	0,089 <sup>n.s</sup>	—			
	p-valor	0,123 <sup>n.s</sup>	—			
HDL-c	r de Pearson	-0,030 <sup>n.s</sup>	<b>-0,194***</b>	—		
	p-valor	0,604	<0,001	—		
IMC	r de Pearson	<b>0,129*</b>	<b>0,154**</b>	<b>-0,224***</b>	—	
	p-valor	0,026	0,007	<0,001	—	
VO <sub>2Máx</sub>	r de Pearson	<b>-0,168**</b>	-0,051 <sup>n.s</sup>	<b>0,123*</b>	<b>-0,288***</b>	—
	p-valor	0,004	0,380	0,033	<0,001	—

IMC = Índice de Masa Corporal; GLIC = glucosa; HDL-c = lipoproteína de alta densidad;

TRIG = triglicéridos; VO<sub>2máx</sub> = Consumo Máximo de Oxígeno.

Observaciones. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ ,

n.s. = relación no significativa.

Fuente: Elaborado por el autor, 2023.

Se observó, en la matriz anterior, que el  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  se correlacionó significativa y positivamente con la HDL-c ( $r=0,123$ ;  $p=0,03$ ) y negativamente tanto con los TRIG ( $r=-0,168$ ;  $p=0,004$ ) como con el IMC ( $r=-0,288$ ;  $p<0,001$ ). El IMC, además del  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , se correlacionó con todas las variables de análisis, en concreto: negativamente con la HDL-c ( $r=-0,224$ ;  $p<0,001$ ); y positivamente con los TRIG ( $r=0,129$ ;  $p=0,026$ ) y con la GLIC ( $r=0,154$ ;  $p=0,007$ ). La GLIC, además del IMC, se correlacionó estadísticamente de forma negativa con la HDL-c ( $r=-0,194$ ;  $p<0,001$ ).

## 5 DISCUSIÓN

Dado que el entrenamiento físico militar se introduce obligatoriamente en las rutinas de las corporaciones, los resultados de este artículo en la práctica apuntan a los efectos positivos de su práctica sobre el perfil metabólico y la composición corporal, independientemente de la actividad principal de la OM en la que la militar desempeña su trabajo. Esta inferencia es consistente con estudios que examinaron extensos programas de entrenamiento, por ejemplo, un estudio de seis meses que examinó una muestra mixta de hombres y mujeres, tanto sanos como sedentarios, y que demostró cambios significativamente positivos en el colesterol total y HDL-c (DUNN, 1997). En relación a la capacidad cardiopulmonar, el personal militar femenino de las OMOP presentó valores más altos en comparación con el personal militar femenino de las OMNOP. Este resultado puede explicarse por la mayor exigencia física requerida en las OMOP para realizar misiones en que sea necesario tropas listas para ser empleadas, lo que conduce a una mejora del acondicionamiento aeróbico.

Se evidenció que el IMC medio en ambos tipos de OM fue considerado normal ( $\text{IMC} \leq 25$ ) y el perfil metabólico favorable, con todas las concentraciones medias de los biomarcadores dentro de los valores de referencia (RV) (GLIC RV  $< 100$  mg/dL, HDL-c RV  $> 50$  mg/dL y TRIG RV  $< 150$  mg/dL). En estas variables del perfil lipídico y glucémico no se encontraron diferencias significativas entre los grupos OMOP y OMNOP. Estos resultados son consistentes con los presentados en la bibliografía, según la investigación de Lemura (2000), quien examinó exclusivamente a mujeres bajo los efectos de 16 semanas de ejercicios de resistencia, observando un aumento significativo de HDL-c y una disminución de la concentración de TRIG. Cabe destacar otro estudio, en el que mujeres realizaron 24 semanas de entrenamiento funcional, mostrando un aumento en la variable fuerza, lo que contribuyó directamente a la mejora del metabolismo y, por tanto, a una mejor expresión de biomarcadores (NINDL *et al.*, 2017).

Independientemente de los programas de entrenamiento (aeróbico y neuromuscular) utilizados por ambos tipos de organizaciones militares, se observan perfiles metabólicos favorables (AHMETI *et al.*, 2020; MOGHARNASI *et al.*, 2017; MORO *et al.*, 2020). En el estudio de Schroeder *et al.* (2019), se observó que los cambios inducidos por tres programas de entrenamiento diferentes durante 8 semanas, en los lípidos y la glucemia en ayunas, fueron pequeños y no variaron entre los grupos de entrenamiento y el control realizado sin entrenamiento. Otro estudio con mujeres de dos países diferentes, a pesar de las variaciones culturales y socioeconómicas que llevaron a su distinta participación en los programas de entrenamiento físico, reportó alteraciones en los parámetros cardiometabólicos, HDL-c y colesterol total, sin embargo, no se observó diferencias en los niveles de los TRIG entre los grupos. En el caso de este estudio, se evaluaron mujeres con un grupo de edad e IMC (Edad: 50 años; IMC:  $29,5 \text{ Kg/m}^2$ ) mayor que en este estudio.

Además, la asociación positiva entre los niveles de HDL y el  $VO_{2\text{máx}}$  en esta investigación corrobora los resultados que apuntan a que las mujeres con mejor aptitud cardiorrespiratoria tenían niveles más altos de HDL-c (APARICIO, 2012).

La aptitud cardiorrespiratoria (ACR) se refiere a la capacidad de los sistemas circulatorio y respiratorio para suministrar oxígeno a las mitocondrias del músculo esquelético para la producción de la energía requerida durante la actividad física (ROSS *et al.*, 2016). Es decir, las OMOP son aquellas que por su característica funcional de actividades operativas se utilizan en situaciones de combate, por lo que es vital que este grupo tenga una buena ACR. En este contexto, el grupo OMOP tuvo una media significativamente mayor en comparación con el OMNOP. Según la Sociedad Estadounidense de Medicina Deportiva, los resultados del  $VO_{2\text{máx}}$  de las OMOP y OMNOP se clasifican como excelentes y óptimos, respectivamente (RIEBE *et al.*, 2018). Además, la asociación positiva entre los niveles de HDL y el  $VO_{2\text{máx}}$  en esta investigación corrobora los resultados que apuntan a que las mujeres con mejor aptitud cardiorrespiratoria tenían niveles más altos de HDL-c (APARICIO, 2012). En este escenario, enumeramos este resultado como satisfactorio, ya que los individuos con un mejor  $VO_{2\text{máx}}$  tienen asociaciones positivas con indicadores de salud y están relacionados con una menor prevalencia de síndrome metabólico (KELLEY *et al.*, 2018). Por lo tanto, este artículo encontró una asociación entre la ACR y los marcadores bioquímicos TRIG y HDL-c, lo que corrobora los estudios que demuestran que el entrenamiento aeróbico y niveles más altos de ACR están relacionados con un menor riesgo cardiometabólico (AHMETI *et al.*, 2020; HAAPALA *et al.*, 2022).

A pesar de las limitaciones encontradas, particularmente en lo que respecta al control de la temperatura, la humedad y la fase del ciclo menstrual que pueden interferir en el rendimiento físico, destacamos con la ayuda de los resultados encontrados, los efectos positivos de la práctica de TFM en el panel de lípidos glucémicos y capacidad cardiopulmonar del personal militar femenino de las diversas OM del EB. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los parámetros bioquímicos y la composición corporal de las mujeres militares de las OMOP y OMNOP, probablemente porque estos marcadores mostraron resultados positivos en la muestra físicamente activa de esta investigación (RAGHUVeer *et al.*, 2020). Otra limitación se refiere al hecho de que las pruebas de laboratorio se realizaron en diferentes centros, lo que puede dar lugar a posibles variaciones en las metodologías de análisis.

Cabe mencionar la importancia de monitorear el estado de salud del personal militar que cumple distintas misiones dentro del EB, ya que es alarmante el aumento de la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en la población civil y militar (FORTES *et al.*, 2019). En ese contexto, el artículo, que involucró participantes del sexo femenino físicamente activas, aparentemente sanas y con un IMC dentro del rango normal, aportó informaciones para trazar el perfil de las militares del EB y las asociaciones existentes entre el parámetro físico y los marcadores bioquímicos y morfológicos.

## 6 CONCLUSIÓN

Este artículo involucró a participantes femeninas sanas con un IMC dentro del rango normal, sin embargo, debido a las alarmantes tendencias de aumento de los factores de riesgo car-

diovascular en la población civil y militar, es de suma importancia monitorear el estado de salud de las oficiales de las unidades militares en las diferentes misiones.

Hubo un buen perfil metabólico sin diferencias entre los grupos estudiados, sin embargo, ocurrió una disparidad en la aptitud cardiopulmonar de los grupos. Aunque se encontró una asociación débil entre el IMC y las variables bioquímicas y del  $VO_{2\text{máx}}$  con los TRIG y HDL-c, estos datos se encuentran en conformidad con la bibliografía consolidada, ya que la composición corporal y la aptitud cardiopulmonar se relacionan con unos mejores indicadores de salud cardiovascular.

Finalmente, esta investigación brinda un perfil de la población femenina del EB, contribuyendo así al avance de las estrategias de gestión hacia el control de las enfermedades crónicas no transmisibles y mejora de la capacidad física y operativa de las tropas terrestres.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Ejército Brasileño por permitir el acceso a los datos del personal militar femenino que participaron en el Proyecto de Prueba de Evaluación Física en 2018.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

1 – Paula Fernandez Ferreira: planificación del estudio, recopilación y análisis de datos, redacción y revisión del artículo.

2 – Marcio Antonio de Barros Sena: recopilación de datos, redacción y revisión del artículo.

3 – Aline Tito Barbosa Silva: redacción y revisión del artículo.

4 – Runer Augusto Marson: planificación del estudio y análisis de datos.

5 – Marcos de Sá Rego Fortes: planificación del estudio, redacción, análisis de datos y revisión del artículo.

Todos los autores han leído y aprobado el artículo terminado.

## REFERENCIAS

AHMETI G. B.; IDRIZOVIC, K.; ELEZI, A.; ZENIC, N.; OSTOJIC, L. Endurance Training vs. Circuit Resistance Training: Effects on Lipid Profile and Anthropometric/Body Composition Status in Healthy Young Adult Women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 4, p. 1-15, 2020. Disponível: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/4/1222>. Acesso em: 27 abr. 2023.

AL-MALLAH, M. H.; SAKR, S.; AL-QUNAIBET, A. Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an Update. **Current Atherosclerosis Reports**, New York, v. 20, n. 1, 2018. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11883-018-0711-4>. Acesso em: 27 abr. 2023.

APARICIO, V. A.; ORTEGA, F. B.; CARBONELL-BAEZA, A.; FERNÁNDEZ, M.; SENHAJI, M.; RUIZ, J. R.; ERRAMI, M.; DELGADO-FERNÁNDEZ, M.; ARANDA, P. Fitness, fatness and cardiovascular profile in South Spanish and North Moroccan women. **Nutricion Hospitalaria**, Madrid, v. 27, n. 1, p. 227-231, 2012. Disponível: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100029&lng=es&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100029&lng=es&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 27 abr. 2023.

BÓDIS, K.; RODEN, M. Energy metabolism of white adipose tissue and insulin resistance in humans. **European Journal of Clinical Investigation**, Hoboken, v. 48, n. 11, 2018. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eci.13017>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 1.771-EME, de 14 de junho de 2022**. Aprova a Diretriz para o incremento da participação do Exército Brasileiro em Operações de Paz da Organização das Nações Unidas (ONU) e na sede da ONU, em Nova Iorque – (EB10-D-01.039). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2022. Disponível: [http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006\\_outras\\_publicacoes/01\\_diretrizes/01\\_comando\\_do\\_exercito/port\\_n\\_1771\\_cmdo\\_eb\\_14jun2022.html](http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/01_comando_do_exercito/port_n_1771_cmdo_eb_14jun2022.html). Acesso em 27 abr. 2023.

BUDOFF, M. Triglycerides and Triglyceride-Rich Lipoproteins in the Causal Pathway of Cardiovascular Disease. **The American Journal of Cardiology**, Amsterdam, v. 118, n. 1, p. 138-145, 2016. Disponível: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(16\)30484-2/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(16)30484-2/fulltext). Acesso em: 27 abr. 2023.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2009.

DUNN, A. L.; MARCUS, B. H.; KAMPERT, J. B.; GARCIA, M. E.; KOHL, H. W.; BLAIR, S. N. Reduction in cardiovascular disease risk factors: 6-month results from Project Active. **Preventive Medicine**, Amsterdam, v. 26, n. 6, p. 883–892, 2017. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743597902188?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2023.

FIELDHOUSE, A.; O'LEARY, T. J. Integrating women into combat roles: Comparing the UK Armed Forces and Israeli Defense Forces to understand where lessons can be learnt. **BMJ Military Health**, London, v. 169, n. 1, p. 78-80, 2020. Disponible: <https://militaryhealth.bmj.com/content/169/1/78.long>. Acceso en: 27 abr. 2023.

FORTES, M. S. R.; MARSON, R. A.; MARTINEZ, E. C. Comparação de Desempenho entre Homens e Mulheres: Revisão de Literatura. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, v. 23, p. 54, 2015. Disponible: <https://periodicos.ufv.br/revminef/article/view/9964>. Acceso en: 27 abr. 2023.

FORTES, M. S. R.; DA ROSA, S. E.; COUTINHO, W.; NEVES, E. B. Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, São Paulo, v. 63, n. 4, p. 345-350, 2019. Disponible: <https://www.scielo.br/j/aem/a/R5TxygTTb96CsMtwRWYwtHQ/?lang=en>. Acceso en: 27 abr. 2023.

HAAPALA, E. A.; TOMPURI, T.; LINTU, N.; VIITASALO, A.; SAVONEN, K.; LAKKA, T. A.; LAUKKANEN, J. A. Is low cardiorespiratory fitness a feature of metabolic syndrome in children and adults? **Journal of Science and Medicine in Sport**, London, v. 25, n. 1, p. 923-929, 2022. Disponible: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(22\)00213-4/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(22)00213-4/fulltext). Acceso en: 27 abr. 2023.

JONES, N.; GREENBERG, N.; PHILLIPS, A.; SIMMS, A.; WESSELY, S. British military women: Combat exposure, deployment and mental health. **Occupational Medicine**, Oxford, v. 69, n. 8-9, p. 549-558, 2019. Disponible: <https://academic.oup.com/occmed/article/69/8-9/549/5548904?login=false>. Acceso en: 27 abr. 2023.

KELLEY, E.; IMBODEN, M. T.; HARBER, M. P.; FINCH, H.; KAMINSKY, L. A.; WHALEY, M. H. Cardiorespiratory Fitness Is Inversely Associated with Clustering of Metabolic Syndrome Risk Factors: The Ball State Adult Fitness Program Longitudinal Lifestyle Study. **Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes**, Scottsdale, v. 2, n. 2, p. 155-164, 2018. Disponible: [https://www.mcpiqojournal.org/article/S2542-4548\(18\)30023-7/fulltext](https://www.mcpiqojournal.org/article/S2542-4548(18)30023-7/fulltext). Acceso en: 27 abr. 2023.

KHALAFI, M.; MALANDISH, A.; ROSENKRANZ, S. K.; RAVASI, A. A. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, Hoboken, v. 22, n. 9, 2021. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/obr.13275>. Acceso en: 27 abr. 2023.

LEE, H. R.; KIM, J. K.; KIM, J. H.; CHUNG, T. H. Compared to serum triglyceride alone, the association between serum triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and 10-year cardiovascular disease risk as determined by Framingham risk scores in a large Korean cohort. **Clinica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 520, p. 29-33, 2021. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0009898121001856?via%3Dihub>. Acceso en: 27 abr. 2023.



MACGREGOR, A.; ZOURIS, J.; DOUGHERTY, A.; DYE, J. Health Profiles of Military Women and the Impact of Combat-Related Injury. **Women's Health Issues**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 392-398, 2021. Disponível: [https://www.whijournal.com/article/S1049-3867\(21\)00032-3/fulltext](https://www.whijournal.com/article/S1049-3867(21)00032-3/fulltext). Acesso em: 27 abr. 2023.

MOGHARNASI, M.; CHERAGH-BIRJANDI, K.; CHERAGH-BIRJANDI, S.; TAHERICHADORNESHIN, H. The effects of resistance and endurance training on risk factors of vascular inflammation and atherogenesis in non-athlete men. **Interventional Medicine and Applied Science**, Budapest, v. 9, n. 4, p. 185-190, 2017. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6016202/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

NICHOLLS, S. J.; NELSON, A. J. HDL and cardiovascular disease. **Pathology**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 142-147, 2019. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031302518305129>. Acesso em: 27 abr. 2023.

NINDL, B. C.; EAGLE, S. R.; FRYKMAN, P. N.; PALMER, C.; LAMMI, E.; REYNOLDS, K.; ALLISON, K.; HARMAN, E. Functional physical training improves women's military occupational performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, London v. 20, n. 4, p. 91-97, 2017. Disponível: [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(17\)30953-2/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(17)30953-2/fulltext). Acesso em: 27 abr. 2023.

NINDL, B. C.; JONES, B. H.; VAN ARSDALE, S. J.; KELLY, K.; KRAEMER, W. J. Operational physical performance and fitness in military women: Physiological, musculoskeletal injury, and optimized physical training considerations for successfully integrating women into combat-centric military occupations. **Military Medicine**, Oxford, v. 181, n. 1, p. 50-62, 2016. Disponível: [https://academic.oup.com/milmed/article/181/suppl\\_1/50/4209407?login=false](https://academic.oup.com/milmed/article/181/suppl_1/50/4209407?login=false). Acesso em: 27 abr. 2023.

NINDL, B.; SCOFIELD, D.; STROHBACH, C.; CENTI, A.; EVANS, R.; YANOVICH, R.; MORAN, D. IGF-I, IGFBPs, and inflammatory cytokine responses during gender-integrated Israeli Army basic combat training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 26, n. 2, p. 73-81, 2012. Disponível: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2012/07002/IGF\\_I,\\_IGFBPs,\\_and\\_Inflammatory\\_Cytokine\\_Responses.10.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2012/07002/IGF_I,_IGFBPs,_and_Inflammatory_Cytokine_Responses.10.aspx). Acesso em: 27 abr. 2023.

OJANEN, T.; JALANKO, P.; KYRÖLÄINEN, H. Physical fitness, hormonal, and immunological responses during prolonged military field training. **Physiological Reports**, London, v. 6, n. 17, p. 1-10, 2018. Disponível: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.14814/phy2.13850>. Acesso em: 27 abr. 2023.

OJANEN, T.; KYRÖLÄINEN, H.; IGENDIA, M.; HÄKKINEN, K. Effect of Prolonged Military Field Training on Neuromuscular and Hormonal Responses and Shooting Performance in Warfighters. **Military Medicine**, Oxford, v. 183, n. 11-12, p. 705-712, 2018. Disponible: <https://academic.oup.com/milmed/article/183/11-12/e705/5025890?login=false>. Acceso en: 27 abr. 2023.

O'LEARY, T. J.; WARDLE, S. L.; GREEVES, J. P. Energy Deficiency in Soldiers: The Risk of the Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport Syndromes in the Military. **Frontiers in Nutrition**, London, v. 7, p. 1-18, 2020. Disponible: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2020.00142/full>. Acceso en: 27 abr. 2023.

PETERSEN, M. C.; SHULMAN, G. I. Mechanisms of Insulin Action and Insulin Resistance. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 98, n. 4, p. 2133-2223, 2018. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30067154/>. Acceso en: 27 abr. 2023.

RIEBE, D.; EHRMAN, J.; LIGUORI, G.; MAGAL, M. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

ROSA, S. E.; LIPPERT, M. A.; MARSON, R. A.; FORTES, M. S. R.; RODRIGUES, L. C.; FERNANDES FILHO, J. Desempenho físico, composição corporal e síndrome metabólica em militares brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 422-425, 2018. Disponible: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/8R9f7gbKbFy7vgPts47MCDn/?lang=en>. Acceso en: 27 abr. 2023.

ROSS, R. *et al.* Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: a Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 134, n. 24, p. 653-699, 2016. Disponible: [https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000461?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000461?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed). Acceso en: 27 abr. 2023.

SCHRAM, B.; CANETTI, E.; ORR, R.; POPE, R. Injury rates in female and male military personnel: a systematic review and meta-analysis. **BMC Women's Health**, New York, v. 22, n. 1, p. 1-14, 2022. Disponible: <https://bmcwomenshealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12905-022-01899-4>. Acceso en: 27 abr. 2023.

SCHROEDER, E. C.; FRANKE, W. D.; SHARP, R. L.; LEE, D. C. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PLoSOne**, San Francisco, v. 147, n. 1, p. 1-14, 2019. Disponible: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0210292>. Acceso en: 27 abr. 2023.

SEALS, D. R.; NAGY, E. E.; MOREAU, K. L. Aerobic exercise training and vascular function with ageing in healthy men and women. **The Journal of Physiology**, London, v. 597, n. 19,

p. 4901–4914, 2019. Disponível: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/JP277764>. Acesso em: 27 abr. 2023.

TOTH, P. P. *et al.* High-density lipoproteins: A consensus statement from the National Lipid Association. **Journal of Clinical Lipidology**, Philadelphia, v. 7, n. 5, p. 484-225, 2013. Disponível: [https://www.lipidjournal.com/article/S1933-2874\(13\)00249-3/fulltext](https://www.lipidjournal.com/article/S1933-2874(13)00249-3/fulltext). Acesso em: 27 abr. 2023.

VALLEJO-VAZ, A. J.; CORRAL, P.; SCHREIER, L.; RAY, K. K. Triglycerides and residual risk. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity**, London, v. 27, n. 2, p. 95-103, 2020. Disponível: <https://europepmc.org/article/med/32073428>. Acesso em: 27 abr. 2023.

VICKERY-HOWE, D. M.; DRAIN, J. R.; CLARKE, A. C.; DASCOMBE, B. J.; MCWILLIAM, J. T.; MIDDLETON, K. J. Treadmill load carriage overestimates energy expenditure of overground load carriage. **Ergonomics**, Abingdon, v. 64, n. 4, p. 521-531, 2020. Disponível: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139.2020.1839675>. Acesso em: 27 abr. 2023.

YANG, Q.; VIJAYAKUMAR, A.; KAHN, B. B. Metabolites as regulators of insulin sensitivity and metabolism. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, New York, v. 19, n. 10, p. 654-672, 2018. Disponível: <https://www.nature.com/articles/s41580-018-0044-8>. Acesso em: 27 abr. 2023.

YARIBEYGI, H.; FARROKHI, F. R.; BUTLER, A. E.; SAHEBKAR, A. Insulin resistance: Review of the underlying molecular mechanisms. **Journal of Cellular Physiology**, Hoboken, v. 234, n. 6, p. 8152-8161, 2019. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcp.27603>. Acesso em: 27 abr. 2023.



# Medicina operativa y acción contra minas: ensayo teórico y experiencia en la República de Colombia

*Operational medicine and mine action: theoretical essay and experience in the Republic of Colombia*

**Resumen:** El desminado humanitario es una de las actividades de las misiones de paz y asistencia militar que implican, incluso con precauciones, riesgos en su ejecución. Desde su perfeccionamiento durante la Guerra de Secesión en Estados Unidos, las minas terrestres han formado parte de casi todos los conflictos. La vida útil de una mina antipersonal puede ser de hasta 30 años, lo que supone una amenaza duradera y, con los conflictos en curso, resulta casi imposible identificar todas las zonas minadas. La medicina operativa es la atención médica integrada y completa, la consulta y la administración de información médica en operaciones tácticas, que contribuyen a la seguridad y al éxito de una misión esencialmente militar. Este estudio muestra la necesidad de ampliar el conocimiento de las lesiones por explosivos, especialmente para aquellos en misiones de desminado humanitario, disminuyendo la mortalidad y la pérdida de miembros.

**Palabras clave:** acción contra minas; desminado humanitario; apoyo sanitario; medicina militar; amputación traumática.

**Abstract:** Humanitarian demining is one of the activities of peace and assistance missions that involve, even with the preparations, risks in their execution. Since the enhancement during the Civil War in the United States, landmines have been a part of virtually every conflict. The lifespan of an anti-personnel mine can be up to 30 years, which poses a long-term threat and the ongoing conflict makes it almost impossible to identify all mined areas. Operational medicine is the integrated and comprehensive medical care, consultation and management of medical information in tactical operations, which contributes to the security and success of a mission that is primarily military. This study shows the need to expand knowledge of injuries caused by explosives, especially for members of Humanitarian Demining missions, reducing mortality and loss of limbs.

**Keywords:** mine action; humanitarian demining; medic corps; military medicine; traumatic amputation.

**Rogério Santos Silva** 

Exército Brasileiro,  
Comando da 12ª Região Militar.  
Manaus, AM, Brasil.  
rssvascular@gmail.com

**Recibido: 29 oct. 2022**

**Aceptado: 21 mar. 2023**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons  
Attribution Licence

## 1 1 INTRODUCCIÓN

Las minas, en particular las minas antipersonales, son un peligro para la vida humana y un impedimento para la libre circulación de personas y bienes, obstaculizando la reconstrucción nacional en la posguerra.

Las Fuerzas Armadas brasileñas tienen una amplia experiencia en desminado humanitario. Desde 1993, en el marco de las organizaciones multilaterales, Brasil colabora en la Acción contra las Minas con la Misión de Asistencia para la Remoción de Minas en América Central (Marminca), la Misión de Asistencia para la Remoción de Minas en América del Sur (Marminas) y actualmente con el Grupo de Monitores Interamericanos en Colombia (GMI-CO), así como con el Grupo de Asesores Técnicos Interamericanos en Colombia (GATI-CO), proporcionando especialistas para programas vinculados a la Junta Interamericana de Defensa (JID), además de misiones en Benín y Angola. Cabe destacar el espíritu pionero de Marminca en el desarrollo de técnicas y procedimientos operacionales, constituyendo la base de las normas internacionales sobre desminado humanitario (DA CÁS, 2018). En los documentos generados por las misiones mencionadas, no se presenta un plan de apoyo sanitario objetivo y eficiente.

En un entorno civil, se recomienda recibir atención prehospitaria en un plazo máximo de diez minutos (minutos platino). Además, se recomienda que el herido reciba atención hospitalaria en el plazo de una hora (hora de oro) (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017). Debido a la dificultad geográfica de las zonas de desminado, el tiempo de transporte (evacuación médica) suele superar la recomendación mencionada. Sin embargo, según los protocolos internacionales (INTERNATIONAL MINE ACTION STANDARDS – Imas), la evacuación médica desde la zona del accidente hasta un hospital con capacidad quirúrgica no debe superar las tres horas; si esto no es factible en el proceso de emergencia, la organización de desminado humanitario debe contar con una estructura de atención sanitaria adicional para estabilizar a los heridos antes de que se produzca la evacuación médica a un nivel de atención superior.

El desminado humanitario es una de las actividades de las misiones de paz y asistencia que implican, incluso con todos los preparativos y precauciones, riesgos en su ejecución. Para reducir las consecuencias de accidentes o incidentes en estas actividades, debemos preocuparnos por el apoyo sanitario en varias fases: estudio técnico; asistencia a las víctimas; y, sobre todo, desminado.

La mayoría de los cursos de pregrado y posgrado en atención sanitaria y traumatológica presentan poco o ningún contenido para la atención de lesiones por explosivos. Los profesionales de la salud, médicos, enfermeros, técnicos y auxiliares de enfermería necesitan formación específica sobre los efectos de los explosivos en el cuerpo humano, especialmente si van a actuar como apoyo sanitario en operaciones de desminado humanitario y en atención primaria en zonas de conflicto.

Por lo tanto, es necesario aumentar los conocimientos sobre las lesiones causadas por explosivos y formar a los integrantes de las misiones de desminado para que presten la mejor atención sanitaria posible en caso de accidente, reduciendo así la mortalidad y la pérdida de miembros.

Este artículo es un ensayo teórico apoyado en investigación bibliográfica sobre temas relacionados con la evolución histórica de la acción contra minas, el desminado humanitario y el apoyo sanitario en estas acciones, en libros, manuales y artículos de amplio dominio, incluyendo los proporcionados por la Web, complementado con la experiencia en la misión del Grupo Interamericano de Monitores en Colombia; por lo tanto, tiene carácter cualitativo y exploratorio.

## 2 LUCHA CONTRA LAS MINAS ANTIPERSONALES

Desde su aparición en la Guerra de Secesión estadounidense en el verano de 1862, las minas terrestres han formado parte de casi todos los grandes conflictos armados, causando millones de víctimas. Sin embargo, debido a su propia naturaleza de arma insidiosa oculta bajo tierra, las minas siguen matando y mutilando durante décadas después de que los conflictos hayan terminado. Cuando las guerras terminan, las víctimas ya no son mayoritariamente militares, sino civiles. Al no diferenciar entre blancos civiles y militares, causando daños desproporcionados al objetivo militar respectivo, las minas violan algunos de los principios más importantes del Derecho Internacional Humanitario y de la Convención de Ginebra (ROMERO; GARCIA, 2017).

En octubre de 1992, las organizaciones no gubernamentales (ONG) Handicap International, Human Rights Watch, Medico International, Mines Advisory Group, Physicians for Human Rights y Vietnam Veteran of America Foundation fundaron la Campaña Internacional para la Prohibición de las Minas Terrestres (ICBL – (International Campaign to Ban Landmines). Cuatro años más tarde (1996), el Ministro de Asuntos Exteriores canadiense, Lloyd Axworthy, lanzó un reto público a los gobiernos y ONG para que firmaran un tratado definitivo de prohibición de las minas en el plazo de un año. El 3 de diciembre de 1997, en Canadá, los primeros Estados miembros firmaron la Convención sobre la Prohibición del Empleo, Almacenamiento, Prohibición y Transferencia de Minas Antipersonal y su Destrucción, que pasó a conocerse como el Tratado de Ottawa. Además de los deberes expresados en su título, el tratado también establece la obligación de los Estados miembros (actualmente 156 países y territorios) (Figura 1) de prestar asistencia a las víctimas de las minas. La iniciativa del tratado otorgó a la Campaña Internacional para la Prohibición de las Minas Terrestres y a su coordinadora, Jody Williams, el Premio Nobel de la Paz de 1997 (INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES, 2020).

Figura 1 – Países que ratificaron el tratado de Ottawa



Fuente: INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES, 2020

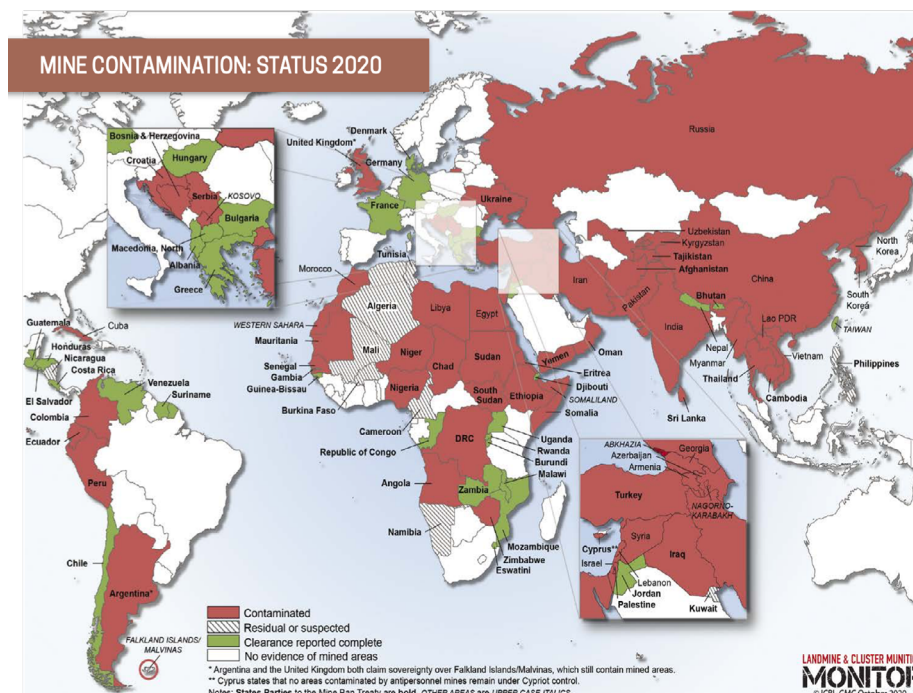
### 3 EL USO DE MINAS ANTIPERSONALES

En Colombia, la Ley No. 759 de 2002 (COLOMBIA, 2002) define las Minas Antipersonales (MAP) como aquellas que tienen el potencial de incapacitar, herir o matar a una o más personas por su presencia, proximidad o contacto. Se estima que hay más de 100.000 minas enterradas en Colombia (Figura 2) y cerca de zonas residenciales, escolares, agrícolas, comerciales y militares, siendo el territorio rural lo más afectado (ROMERO; GARCIA, 2017).

La vida útil de una mina antipersonal puede ser de hasta 30 años, lo que supone una amenaza duradera. Además, el conflicto en curso hace que sea casi imposible identificar, con total certeza, todas las zonas minadas, por lo que la sola sospecha convierte amplios territorios en zonas inutilizables y su retirada o limpieza es un proceso largo, peligroso y costoso (INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES, 2020).

El problema de las MAP es más complejo porque cualquier objeto puede utilizarse para fabricar un artefacto explosivo, lo que los hace más difíciles en el proceso de detección. Ejemplo es la mina de tipo *quiebrapatas*, que se activa por presión o alivio de presión y se fabrica con nitrato de amonio (80%), serrín (15%) y polvo de aluminio (5%), es decir, materiales baratos y fáciles de comprar que pueden añadirse a pilas, cables, tubos, bolsas y clavos. De este modo, es posible camuflar una mina en objetos inofensivos como electrodomésticos, juguetes e incluso alimentos (ROMERO; GARCIA, 2017).

### Figura 2 – Países afectados por las minas antipersonales



Fuente: INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES, 2020



## 4 TIPOS DE LESIONES CAUSADAS POR EXPLOSIVOS

Las lesiones por explosiones son lesiones multisistémicas potencialmente mortales y causadas por diversos tipos de catástrofes. Las víctimas de este tipo de lesiones tienden a sufrir más daños traumáticos en diversas localizaciones anatómicas, así como puntuaciones de gravedad más elevadas en comparación con otras víctimas de traumatismos. Las lesiones predominantes tras la explosión entre los supervivientes son las lesiones traumáticas penetrantes y contusas contundentes (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

Las explosiones son reacciones físicas, químicas o nucleares que dan lugar a la liberación casi instantánea de grandes cantidades de energía en forma de calor y gas muy comprimido, que se expande violentamente, llegando a ser capaz de proyectar fragmentos a velocidades muy altas (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

La componente estática (sobrepresión expansiva) envuelve los objetos en el campo de flujo de la explosión y los carga por todos lados con un aumento discontinuo de la presión denominado frente de choque u onda de choque, hasta un valor máximo de sobrepresión (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

El componente dinámico (presión dinámica) es direccional y se experimenta como viento. La principal importancia del viento es que propulsa fragmentos con velocidades superiores a varios miles de metros por segundo (más rápido que las armas balísticas estándar como las balas y las ojivas) (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

Aunque el alcance efectivo de las presiones estáticas y dinámicas se mide en decenas de metros, los fragmentos acelerados por la presión dinámica superarán rápidamente la onda de choque para convertirse en la causa dominante de los daños a distancias de miles de metros (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

Hay cinco tipos de lesiones en una explosión: primaria, onda expansiva de la explosión; secundaria, proyectiles (la fuente más común de lesiones por explosión); terciaria, propulsión del cuerpo hacia otro objeto; cuaternaria, calor y llamas; quinaria, radiación, sustancias químicas, bacterias (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021; NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

### 4.1 Lesiones primarias por explosión

Las lesiones primarias por explosión se producen por el efecto directo de la onda expansiva (que viaja a velocidades supersónicas) sobre el cuerpo. Afectan a los órganos que contienen gas, como el pulmón, el oído y el tracto gastrointestinal. La lesión pulmonar más frecuente es la contusión pulmonar. Otras lesiones pulmonares van desde el neumotórax/hemotórax hasta las fístulas arteriovenosas (fuente de émbolos de aire). Las lesiones abdominales por explosión son una causa importante de mortalidad y morbilidad. Las lesiones abdominales por explosión pueden ser ocultas y difíciles de diagnosticar, y van desde hemorragias hasta isquemia de la mucosa, necrosis intestinal y perforaciones. El oído medio es particularmente sensible a las lesiones por explosión, y la rotura de la membrana timpánica (tímpano) puede ser un marcador útil de las lesiones por explosión. Sin embargo, la rotura aislada de membranas timpánicas sin otros

síntomas no es un marcador de alto riesgo de lesiones asociadas a explosiones (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

#### 4.2 Lesión secundaria por explosión

Las lesiones secundarias son causadas por los fragmentos lanzados por la explosión. Una práctica habitual en los atentados con explosivos es empaquetar un artefacto explosivo improvisado (AEI) con tornillos, tuercas y otros pequeños objetos puntiagudos. Los proyectiles propulsados suelen provocar traumatismos significativos en los tejidos blandos, internos y ortopédicos (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

#### 4.3 Lesión terciaria por explosión

Las lesiones terciarias por explosión se producen por la propulsión del cuerpo por la onda expansiva contra objetos sólidos (por ejemplo, paredes). Las víctimas de lesiones terciarias por explosión sufren daños importantes por traumatismo contuso, por ejemplo, traumatismo craneoencefálico, lesiones de órganos sólidos y lesiones ortopédicas complejas. No son infrecuentes las lesiones penetrantes, que hacen que las víctimas queden empaladas en objetos presentes en el entorno (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

#### 4.4 Lesión cuaternaria por explosión

Las lesiones diversas por explosión cubren todos los demás daños causados por la explosión, incluidas las quemaduras, el aplastamiento, los síndromes compartimentales y las inhalaciones tóxicas (monóxido de carbono, polvo, gases calientes).

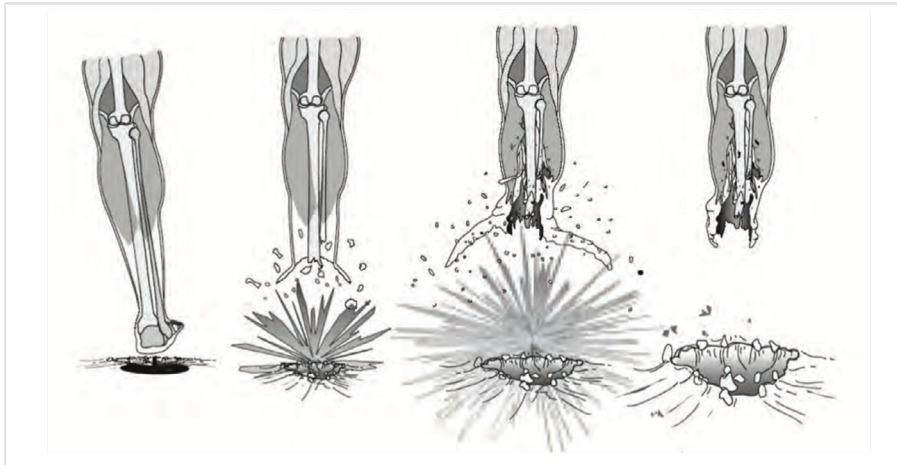
#### 4.5 Lesiones quíntas por explosión

Lesiones diversas por explosiones: lesiones causadas por explosiones asociadas a radiación, sustancias químicas y bacterias (GIANNOU; BALDAN, 2010).

#### 4.6 Lesión de tipo *paraguas*

Además de las lesiones citadas, las minas antipersonales presentan un tipo de lesión en las extremidades inferiores conocido como lesión de tipo *paraguas*. Al mismo tiempo, los músculos de las piernas son empujados hacia arriba y hacia fuera en lo que puede describirse como el funcionamiento de un paraguas. La onda de choque localizada de los gases de la explosión separa el periostio y los músculos fijos del resto del hueso: el paraguas se abre. A continuación, todos los músculos se desprenden: el paraguas se cierra (Figura 3). Los músculos superficiales (gastrocnemio) se proyectan más hacia fuera y sufren menos daños que las capas musculares más profundas del compartimento anterolateral y el músculo sóleo. Los planos fasciales se separan proximalmente causando una pérdida irregular y variable de piel (GIANNOU; BALDAN, 2010).

Figura 3 – Mecanismo de la lesión de tipo *paraguas* por explosivo



Fuente: Giannou; Baldan, 2010

El cirujano debe recordar la patología del efecto de este tipo de lesión: las capas musculares más profundas sufren mayores daños que las más superficiales y la piel distal sigue siendo viable. Así pues, un nivel de amputación basado en el conocimiento del trauma civil sería demasiado radical con respecto a los tejidos superficiales y no lo bastante radical con respecto a los tejidos más profundos (figura 4). Además, los efectos de la explosión primaria pueden producir edema tisular y síndrome compartimental proximal a la lesión abierta (GIANNOU; BALDAN, 2010).

Figura 4 – Lesión por mina antipersonal que demuestra la lesión de tipo *paraguas*



Fuente: Giannou; Baldan, 2010

## 5 AMPUTACIONES TRAUMÁTICAS

Las amputaciones traumáticas afectan sobre todo a adolescentes y adultos jóvenes, más expuestos a accidentes laborales y de transporte. Los conflictos armados y las minas antipersonales causan amputaciones traumáticas en varios países (STARNES, 2006).

La segunda indicación más frecuente de amputación es el traumatismo, y en adultos menores de 50 años es la principal indicación. Una lesión aguda es una indicación de amputación cuando el riego sanguíneo de la extremidad está irreparablemente destruido o cuando la extremidad está tan gravemente lesionada que resulta imposible una reconstrucción razonable. Alrededor del 20% de todas las amputaciones se deben a traumatismos, generalmente accidentes de tráfico, quemaduras, explosiones y lesiones por aplastamiento con herramientas o máquinas, y se dan en hombres. Estos datos son válidos para países sin conflictos armados (DÍAZ, 2010).

La prevalencia de lesiones arteriales en las extremidades entre las heridas de guerra contemporáneas es de alrededor del 7% y la hemorragia en las extremidades es la principal causa de muerte evitable en la guerra. La formación especial de los equipos sanitarios en los conflictos posteriores a la Segunda Guerra Mundial permitió mejorar el tratamiento de las hemorragias masivas con un aumento de las tasas de supervivencia, así como una reducción sustancial de las tasas de amputación. El uso del torniquete, prácticamente abolido en entornos civiles, puede ser una importante herramienta para salvar vidas en el caótico entorno de la guerra (SADAUSKAS, 2003).

Los cambios técnicos y doctrinales en el ejército estadounidense contribuyeron a la disminución de las tasas de amputación tras heridas arteriales, que pasaron del 50% al 72% en la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) a entre el 10% y el 13% en las guerras de Corea (1951-1953) y Vietnam (1964-1973), a pesar del aumento del poder destructivo del armamento ligero (STARNES, 2006).

Fox *et al.* (2005) publicaron una revisión de los heridos evacuados del conflicto Iraq-Afganistán a un hospital de nivel superior, el Walter Reed Army Medical Center, y hallaron lesiones vasculares conocidas o presuntas en 107 de 1524 heridos de guerra, es decir, una prevalencia del 7%. La mayoría de las lesiones (64%) se debían a explosivos, incluidas granadas, minas antipersonales, morteros y artefactos explosivos improvisados. En cuanto a la distribución anatómica de las lesiones, el 51% se localizaron en las extremidades inferiores, el 39% en las extremidades superiores, el 7% en el cuello y el 3% en la pelvis.

Stannard *et al.* (2009) evaluaron la experiencia en el tratamiento de lesiones vasculares en combatientes de las Fuerzas Armadas británicas en operaciones bélicas en Iraq-Afganistán. De las 1203 lesiones de guerra, 121 (9,9%) fueron lesiones directas en vasos de mediano o gran calibre. De los 121 pacientes, 77 murieron antes de tener la oportunidad de recibir tratamiento quirúrgico. Todos los que sufrieron lesiones vasculares en el abdomen o el tórax fallecieron. De 87 pacientes con lesiones vasculares en las extremidades, 37 llegaron a ser operados y dos murieron en el postoperatorio. Entre las intervenciones en 38 extremidades (de los 37 pacientes), se incluyeron 15 amputaciones primarias, cuatro ligaduras y 19 revascularizaciones que tuvieron como resultado 15 éxitos (extremidades salvadas) y tres amputaciones tardías.

El aumento del número de heridos por artefactos explosivos improvisados en la guerra es una observación recogida por Fox *et al.* (2005) y refleja el predominio moderno de las tácticas de guerrilla urbana. En ellas se incluyen elementos de sorpresa contra las tropas que invierten en la localidad, como la defensa de armas en lugares imprevisibles, el empleo de minas, trampas y demoliciones preparadas (SADAUSKAS, 2003).

## 6 ATENCIÓN PREHOSPITALARIA

La Atención Prehospitalaria (APH) comenzó a finales del siglo XVIII, con el barón Dominique Jean Larrey, cirujano militar jefe de Napoleón Bonaparte. Larrey desarrolló las ambulancias volantes, al darse cuenta de la necesidad de trasladar rápidamente a los combatientes que actuaban en el frente de batalla. Este cirujano también señaló que los hombres que trabajan en estas ambulancias deberían tener formación en atención médica para asistir a las víctimas en el lugar del incidente y en su transporte hasta el tratamiento final (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

Las exigencias de la guerra provocaron una evolución en la atención médica militar, como las innovaciones en los aparatos. Las lecciones aprendidas durante la Guerra Civil estadounidense, 1861-1865, se aplicaron posteriormente en el entorno civil para la atención prehospitalaria (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

El apoyo sanitario en emergencias tácticas comenzó formalmente en 1989, con el primer curso oficial de apoyo médico a operaciones especiales de aplicación de la ley, con un equipo de Swat (Special Weapons And Tactics) de Estados Unidos (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

## 7 MEDICINA OPERATIVA

La medicina operativa es la atención médica integrada y completa, la consulta y la administración de información médica en operaciones tácticas que contribuyen a la seguridad y al éxito de una misión que es esencialmente militar (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

Se trata del apoyo médico de emergencia a operaciones tácticas, como la prestación de servicios médicos de emergencia a operaciones militares especiales, y la prestación de atención sanitaria integral a los miembros de las unidades tácticas de forma continuada, manteniendo su salud física y mental para mejorar el rendimiento del equipo táctico (Figura 5).

La medicina táctica de urgencias es una especialidad médica en rápida expansión que requiere y utiliza una amplia gama de competencias médicas. Es la medicina que se realiza en conjunción con o en respuesta a operaciones militares, definida como una subespecialidad de la medicina de urgencias (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021). La atención táctica a heridos de combate es un sistema de atención prehospitalaria al traumatismo concebido específicamente, con todas sus particularidades, para el entorno táctico (TIEN *et al.*, 2009).

La asistencia médica no solía producirse durante el combate a lo largo de la mayor parte de la historia, por lo que los soldados heridos dependían de sí mismos y esperaban hasta el final del combate para recibir una atención sanitaria adecuada. Solo con el ejército francés de Napoleón Bonaparte este problema encontró una primera solución (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

Los conceptos de evacuación rápida del campo de batalla y transporte rápido de heridos a los hospitales de campaña surgieron con el ejército francés y se generalizaron durante la Guerra de Secesión estadounidense. A pesar de ello, en las primeras fases de la Guerra de Secesión, los soldados heridos

permanecían hasta cinco días en el campo de batalla a la espera de ayuda (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

**Figura 5 – Un militar herido por una mina antipersonal en Colombia**



Fuente: Registro realizado por el autor, 2013

Durante la guerra de Vietnam, en la década de 1960, los médicos militares comenzaron a prestar primeros auxilios en el lugar donde el combatiente había sido abatido, es decir, en el propio campo de batalla, además de llevar a cabo la rápida evacuación de estos soldados a hospitales de trauma (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2017).

El apoyo de los equipos sanitarios a las emergencias tácticas permite, además de una adecuada y ágil asistencia a quienes lo necesitan, un rápido triaje médico tras el incidente y la realización de pequeños tratamientos (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021). Sin embargo, la atmósfera potencialmente volátil y peligrosa que rodea a las operaciones tácticas puede causar lesiones graves a quienes participan en ellas, ya sean agentes, rehenes, sospechosos o incluso transeúntes. Dada la particularidad y peligrosidad de estas situaciones, un enfoque tradicional de los Servicios Médicos de Emergencia (SME) puede exponer al equipo de APH a grandes riesgos e incluso perturbar y/o interrumpir la misión militar. Para responder a estas necesidades, el SME debe estar especializado y formado para colaborar y prestar apoyo a los equipos tácticos (FELICIANO *et al.*, 2021). Además, también advierten de que la medicina táctica cambia en relación al ATLS (Advanced Trauma Life Support), en el que se defiende la seguridad del equipo y se presentan los medios necesarios para la atención inicial y definitiva del paciente.

La función principal del equipo de apoyo sanitario es servir de enlace entre el lugar de la lesión y la entrada adecuada del paciente en el sistema sanitario (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS, 2007). La presencia de estos equipos en el lugar de los hechos reduce

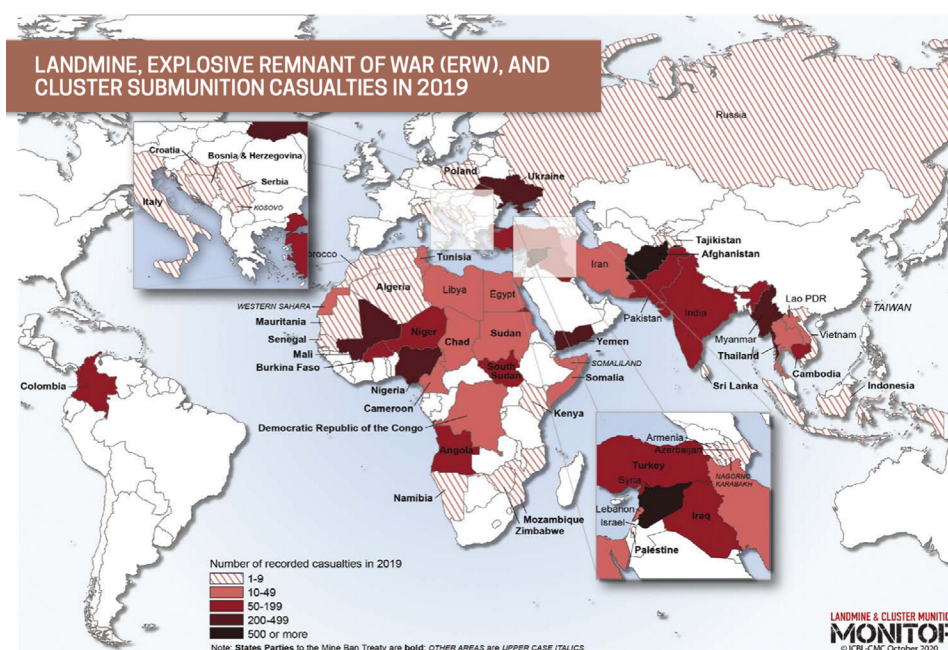


la morbilidad y mortalidad por lesiones sufridas durante las operaciones, contribuyendo al éxito de la misión y a la seguridad y salud del equipo táctico (FELICIANO; MATTOX; MOORE, 2021).

## 8 EL PROBLEMA DE LAS MINAS ANTIPERSONALES EN COLOMBIA

Colombia ocupa el segundo lugar en el mundo, después de Afganistán, en el número de víctimas de MAP y Restos Explosivos de Guerra (REG), así como el primero en el número de víctimas de la Fuerza Pública a causa de estos artefactos explosivos (Figura 6). Es el único país de América donde las guerrillas utilizan estas armas, a pesar de estar prohibidas desde 1992 por la Convención de Ottawa en virtud del DIH (Derecho Internacional Humanitario). “Las minas antipersonales no distinguen entre un combatiente y alguien que no lo es” (ROMERO; GARCIA, 2017, p. 20) y por eso su victimización es indiscriminada. Las víctimas no son solo los combatientes, sino también niños, niñas y adolescentes, mujeres y hombres que viven en las zonas rurales del país.

Figura 6 – Países afectados por las minas antipersonales



Fuente: INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES, 2020

## 9 APOYO SANITARIO A LA LUCHA CONTRA LAS MINAS

Imas 10.10 (INTERNATIONAL MINE ACTION STANDARDS, 2020) describe las responsabilidades de la Autoridad Nacional de Acción contra las Minas (NMAA), de los empleadores y los empleados, para proporcionar y mantener un entorno de trabajo seguro. Esto se logra mediante el desarrollo de prácticas de trabajo y procedimientos operativos seguros, supervisión y control eficaces, educación y formación adecuadas para hombres y mujeres, equipos seguros y el suministro de equipos de protección individual (EPI) eficaces y adecuados.

El desarrollo de una capacidad para proporcionar una respuesta adecuada a un accidente de mina requiere una buena planificación, personal bien formado y la disponibilidad de servicios médicos capaces de proporcionar un tratamiento de emergencia eficaz. A pesar de las obligaciones legales y morales de los responsables de proporcionar el mejor apoyo médico posible, especialmente en el lugar de trabajo de desminado, la planificación debe reconocer las realidades de las operaciones sobre el terreno.

**Tabla 1 – Tipos de lesiones ocurridas en accidentes de minas con la Fuerza Pública en Colombia**

Miembros inferiores, abdomen, tórax y genitales	51%
Politraumatismos	14%
Miembros superiores y tórax	11%
Lesiones oculares, faciales y de cuello	5%
Heridas superficiales y quemaduras	4%
Amputación	31%

Fuente: Ejército Nacional de Colombia/AICMA, 2021

El apoyo sanitario en las operaciones de desminado humanitario se rige por las Imas 10.40 (INTERNATIONAL MINE ACTION STANDARDS, 2014), que definen de forma genérica las capacidades, atribuciones y estructura mínima para el desarrollo de actividades, especialmente la limpieza de zonas minadas. Esta estructura solicita que cada país afectado por el flagelo de las minas antipersonales tenga su propio protocolo de apoyo sanitario, haciendo este documento más viable para las realidades de cada país.

También es obligatorio que cada organización, coordinada por las Imas 10.40, presente sus protocolos de apoyo a las operaciones de desminado humanitario con detalles sobre las condiciones sanitarias de cada miembro de dicha organización, capacidades y formación (especialmente de los profesionales sanitarios), técnicas y formas de evacuación médica en la zona de trabajo y, por último, el plan y seguro médico.

Muchos países, especialmente los más pobres, que son los más afectados por el problema de las minas antipersonales, no disponen de una estructura sanitaria que pueda apoyar adecuadamente las operaciones de desminado humanitario. En general, debido a los problemas mencionados, estos países no disponen de un protocolo nacional de apoyo sanitario a las operaciones de desminado humanitario y se someten a esta normalización de las Imas y al protocolo de la organización de desminado humanitario obligatorio.

Motivadas por la falta de protocolos nacionales y la necesidad de normalizar el apoyo sanitario, algunas entidades de desminado humanitario elaboraron protocolos debido a la importancia de este asunto. Por ejemplo, el protocolo de la JID de apoyo a las operaciones de desminado humanitario y el protocolo de las operaciones Marminas, que orientaba los preparativos en materia sanitaria hasta las técnicas y formas de evacuación en las zonas de desminado.

Así, se creó en el CCOPAB el Curso de Acción contra Minas, cuyo objetivo es preparar a militares para misiones de desminado humanitario bajo la égida de organizaciones internacionales. Este centro es una referencia en la preparación de personal militar a nivel internacional y puede ser una oportunidad para ampliar la cooperación en este ámbito, ofreciendo cursos para los par-



ticipantes en diversos programas de desminado (DA CÁS, 2018). Este curso también forma a sus miembros en cuestiones administrativas relativas al apoyo sanitario (necesidad de protocolos de la ODH, planes de evacuación médica y atención en el entorno hospitalario) y nociones de atención básica a las víctimas de explosivos (Figura 7), con especial atención durante el desminado humanitario (limpieza del área).

**Figura 7 – Curso de Acción Contra las Minas en el CCOPAB – Instrucción en primeros auxilios**



Fuente: Registro realizado por el autor, 2017

## **10 APOYO SANITARIO EN LAS ACCIONES DEL GMI-CO**

En la acción contra minas, ningún lugar de trabajo, escenario o situación de seguridad es idéntico, lo que impide el uso general de procedimientos y plazos establecidos. Dicho esto, las Organizaciones de Desminado Humanitario (ODH) tienen la responsabilidad de proporcionar o garantizar el acceso a un apoyo médico adecuado para su personal. Imas 10.40 proporciona especificaciones y directrices para el desarrollo del apoyo médico a las operaciones de desminado. Identifica los requisitos mínimos para la preparación médica de emergencia, incluida la planificación necesaria antes de que el equipo se movilice en las operaciones de desminado. Además, proporciona formación para la retirada de minas y para el apoyo médico de equipos masculinos y femeninos.

El apoyo sanitario a las acciones de desminado humanitario en Colombia, mediante formación, fue realizado por médicos de la misión Marminas hasta 2012 con cursos de formación (primeros auxilios a heridos) para miembros de organizaciones de desminado, que hasta entonces era responsabilidad del Bides – Ejército de Colombia.

El 1 de marzo de 2011, la Organización de los Estados Americanos (OEA) solicitó a la JID, a través del documento GS/SMS/DPS/OHMA-017/11 (1 mar. 2011), el apoyo de un instructor médico para la misión, con los siguientes objetivos:

- Objetivo 1: Reforzar las necesidades de educación, formación o actualización en los estándares de los programas Pre Hospital Trauma Life Support (PHTLS) y Advanced

Trauma Life Support (ATLS) a los médicos y paramédicos que apoyan las operaciones de desminado humanitario en zonas remotas de los Programas de Colombia.

- Objetivo 2: Promover en los equipos el concepto de trauma, combinando los dos principales programas educativos en materia de trauma (independiente e interdependiente), para los paramédicos que inician la atención en el lugar del accidente.
- Objetivo 3: Demostrar a médicos y paramédicos las funciones, obligaciones y responsabilidades de cada uno de ellos.
- Objetivo 4: Determinar cómo pueden colaborar ambos grupos para ofrecer la mejor atención a los pacientes (médicos, paramédicos y desminadores).
- Objetivo 5: Entregar un certificado, en las normas del curso PHTLS y ATLS, a los médicos y paramédicos aprobados en los cursos, de acuerdo con las normas de la National Association Of Emergency Medical Technicians (NAEMT).
- Objetivo 6: Realizar visitas para observar los procedimientos médicos y de evacuación médica en las áreas de trabajo y ofrecer recomendaciones.

**Figura 8 – Formación de militares colombianos en apoyo sanitario**



Fuente: Registros realizados por el Autor, 2014

### **10.1 Curso de formación para el apoyo sanitario a las acciones de desminado humanitario en Colombia**

La planificación del curso para la formación de miembros de las ODH civiles y militares siguió las necesidades y peticiones de AICMA-CO. Los temas, materias y disciplinas abarcan la atención inicial a los heridos, la atención a múltiples víctimas y la evacuación médica. Los accidentes causados por minas antipersonales y otros explosivos tienen características propias, que fueron destacadas en los diversos niveles de formación ofrecidos. Tras la aprobación del contenido, el enfoque y el público objetivo por parte de la JID, AICMA-CO y GMI-CO inició las actividades para estructurar e impartir el curso de formación para el apoyo sanitario en operaciones de desminado humanitario.

El curso está estructurado sobre los marcos establecidos del PHTLS y ATLS, con especial atención a los cambios derivados de las lesiones por explosivos y a las características sociales, económicas y geográficas de Colombia. Al inicio del curso se realizan presentaciones de las Imas y de los protocolos de apoyo en salud existentes, finalizando con los planes existentes y realizados en cada región donde se ofreció el curso. El primer evento de formación tuvo lugar en la ciudad de Bogotá, capital de Colombia, tras lo cual se realizaron cursos en Río Negro, Medellín y la ciudad de Nariño, en el estado de Antioquia – uno de los más afectados por el conflicto armado en Colombia.

## **10.2 Propuesta de protocolo de apoyo sanitario a las operaciones de desminado humanitario para Colombia (nociones generales)**

Este protocolo proporciona las especificaciones y lineamientos para la implementación de técnicas de apoyo médico para el desminado humanitario en el territorio colombiano. Igualmente, este protocolo detalla las responsabilidades y obligaciones de los actores involucrados en la ejecución del apoyo médico.

Las Organizaciones Civiles de Desminado Humanitario (OCDH) acreditadas por el Gobierno Nacional para realizar actividades de Desminado Humanitario, deberán cumplir con lo establecido en la presente norma; e implementar sus planes, programas, proyectos y operaciones de manera coordinada con el Programa Presidencial de Acción Integral contra Minas Antipersonales.

La atención médica varía según el lugar donde se preste, la complejidad de la situación y su duración. Sin embargo, en todos los casos deben aplicarse estos principios generales:

1. Todo el apoyo médico debe ser proporcionado por la Organización de Desminado Humanitario (ODH) acreditada por el Gobierno Nacional y en coordinación con el Programa Presidencial de Acción Integral contra Minas Antipersonales (AICMA).
2. Todo el apoyo médico debe llevarse a cabo de acuerdo con un Procedimiento Operativo Estándar aprobado por la Agencia Interinstitucional de Desminado Humanitario (IDH) y debe estar sujeto a garantía y control de calidad.
3. Toda la información recopilada o desarrollada (datos, documentos, etc.) durante la atención médica debe ser enviada al Programa Presidencial de Acción Integral contra Minas Antipersonales.

Durante la atención médica, se debe consultar e informar a la comunidad de la zona de intervención y a otras partes interesadas para garantizar la mejor estructura sanitaria y las mejores rutas de evacuación médica en caso de accidente o incidente con Mina Antipersonal/Artefacto Explosivo Improvisado/Munición Sin Explotar (MAP/AEI/MUSE).

La atención médica debe llevarse a cabo de acuerdo con las disposiciones de las demás Normas Humanitarias Nacionales de Desminado y siempre será un requisito obligatorio para la retirada de MAP/AEI/MUSE.

No hay operaciones de liberación de MAP/AEI/MUSE sin un nivel aceptable de asistencia médica y un plan de evacuación de heridos. Todas las personas implicadas deben comprender plenamente y tener práctica en un plan de evacuación médica.

Si el apoyo médico previsto en dicho protocolo nacional se ha eliminado o no está disponible, la liberación cesará inmediatamente hasta que sea restablecido.

Los equipos de desminado deben realizar simulacros de evacuación de víctimas al menos una vez al mes y cuando cambien de lugar de trabajo. Estos simulacros se anotarán en el registro de tareas de desminado.

Cada actividad de desminado proporcionará un apoyo médico adecuado y la evacuación de los heridos. Las organizaciones de desminado humanitario (ODH) tendrán que definir con precisión qué tipo de apoyo se presta en cada lugar de trabajo de desminado.

En cada zona de trabajo, la organización de desminado dispondrá de un auxiliar de enfermería equipado capaz de realizar el rescate de víctimas y el Soporte Vital Avanzado (SVA) en los cinco minutos siguientes al accidente. Cada auxiliar de enfermería debe tener acceso durante un máximo de 15 minutos a un vehículo de emergencia y al conductor, que, durante las horas de trabajo, no se utilizará para ningún otro fin. El vehículo debe ser adecuado para transportar a la víctima de forma rápida y segura al centro médico, helipuerto o pista de aterrizaje más cercanos.

Para los equipos de estudio no técnico y técnico, debe estar disponible un auxiliar de enfermería y el equipo de investigación debe mantener las comunicaciones adecuadas, en relación con las operaciones de retirada de MAP/AEI/MUSE.

El apoyo médico debe ser suficiente para estabilizar las heridas causadas por fragmentos grandes, las amputaciones traumáticas y las heridas múltiples, y administrar una solución salina en los 15 minutos siguientes al accidente o incidente causado por MAP/AEI/MUSE.

Las organizaciones son responsables de garantizar la disponibilidad de un hospital debidamente equipado con material quirúrgico y médico cualificado en los 60 minutos siguientes al traslado de cualquier equipo de evacuación MAP/AEI/MUSE. Todas las organizaciones deben indicar claramente en su Procedimiento Operativo los planes de ejecución y los medios previstos para la evacuación de los heridos.

El método de evacuación de las víctimas debe estar siempre especificado y ser comprendido por todos. El principal método de evacuación es por tierra hasta el hospital más cercano con capacidad operativa.

El apoyo médico y la evacuación deben contribuir al siguiente objetivo: respuesta rápida y eficaz a cualquier accidente o incidente relacionado con MAP/AEI/MUSE para las actividades de desminado humanitario.

## 11 CONCLUSIÓN

El apoyo sanitario en operaciones de desminado de áreas en situaciones no bélicas aún no cuenta con apoyo en los manuales del Ejército Brasileño, pero la metodología inicial puede encontrarse en las Normas Internacionales para la Acción contra Minas (Imas).

En consonancia con las cuestiones planteadas, es necesario elaborar una doctrina para la utilización del servicio sanitario en la acción contra minas, especialmente en la operación de desminado de zonas en situación no bélica (desminado humanitario), primero para servir de apoyo a estas actividades y luego para evolucionar hacia una doctrina en situación de guerra.

El largo periodo de conflicto ha llevado al uso indiscriminado de minas, que ha tenido graves efectos en 31 estados de los 32 que tiene Colombia. Hoy, Colombia es uno de los países más afectados por este mal. Además, a pesar de los grandes esfuerzos por limpiar las zonas minadas,

siguen apareciendo nuevos casos de contaminación por minas terrestres o artefactos explosivos improvisados, sobre todo los lanzados por agentes no estatales que no respetan la legislación internacional que prohíbe su uso.

Al apoyar a Colombia en la solución de sus problemas intrínsecos, en el campo de las acciones humanitarias y de las misiones de paz, Brasil refuerza su diplomacia y aumenta su influencia en su entorno estratégico. La expansión de las relaciones multilaterales y las acciones de cooperación favorecerán la reducción de los males humanitarios, además de demostrar la capacidad de Brasil para ayudar y apoyar los esfuerzos por la seguridad internacional, aumentando la legitimidad del país a los principios de la paz mundial, como citado por Borlina (2015) y Geraldo (2020). La participación de militares brasileños en el desminado humanitario es un apoyo relevante a los procesos de integración que tienen lugar en América del Sur, especialmente en Colombia, al promover el diálogo, la confianza y la cooperación militar para la defensa mutua.

CCOPAB es un centro de referencia para la formación de militares en desminado humanitario en asociación con el Centro de Formación de Ingenieros, en la ciudad de Araguari, Minas Gerais. Estas dos estructuras están en consonancia con las técnicas y equipos más modernos en uso, pero seguimos necesitando disponer de una doctrina sobre el desminado humanitario en sus diversas fases, además del apoyo sanitario ofrecido para estas actividades. En el CCOPAB se estructuró la formación en el área de la salud de las fuerzas militares y auxiliares brasileñas y extranjeras, que actuarían en las diversas misiones de desminado humanitario. A los participantes en estas sesiones de formación también se les presentó una propuesta de protocolo para Colombia para el apoyo sanitario al desminado humanitario, demostrando la necesidad de especificar y detallar este apoyo sanitario para cada región, zona o país en el que se llevarían a cabo acciones contra las minas.

El planeamiento del Ejército, en los niveles estratégico y sectorial, debe estar orientado a la adquisición de capacidades militares terrestres y operacionales que permitan al Ejército Brasileño cumplir su misión y realizar su visión de futuro (BRASIL, 2015). Estas capacidades operativas sanitarias son necesarias para apoyar las actividades de desminado humanitario, con una futura aplicación en el desminado militar.

Por lo tanto, este trabajo pretende estimular el debate sobre el tema, así como aumentar el interés y la importancia del apoyo sanitario en las actividades implicadas en la acción contra las minas.

## REFERÊNCIAS

BORLINA, M. F. A desminagem humanitária como instrumento político da diplomacia brasileira. **Coleção Meira Mattos**: Revista Das Ciências Militares, Rio de Janeiro, v. 9, n. 34, p. 9–31, 2015. Disponible: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/499>. Acceso en: 3 abr. 2023.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Capacidades do Exército 2015-2035 (EB 20-C-07,001)**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2015.

COLOMBIA. **Ley No. 759 de 2002**. Dictan normas para dar cumplimiento a la Convención sobre la Prohibición el Empleo, Almacenamiento, Producción y Transferencia de minas antipersonal y sobre su destrucción se fijan disposiciones con el fin de erradicar en Colombia el uso de las minas antipersonal. Bogotá: Congreso de Colombia, 2002. Disponible: <https://www.refworld.org/docid/4ffea6762.html>. Acceso en: 3 abr. 2022.

DA CÁS, F. H. **A atuação de militares do Exército Brasileiro em missões de desminagem humanitária no continente africano**. 2018. Dissertação (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

DÍAZ, O. Necesidades de cuidado de enfermería en soldados amputados por minas antipersona. **Revista Colombiana de Enfermería**, Bogotá, v. 5, n. 1, p. 53-66, 2010. Disponible: <https://revistacolombianadeenfermeria.unbosque.edu.co/index.php/RCE/article/view/1424>. Acceso en: 3 abr. 2023.

FELICIANO, D. V.; MATTOX, K. L.; MOORE, E. E. **Trauma**. 9. ed. New York: McGraw-Hill, 2021.

FOX, C. J. *et al.* Contemporary management of wartime vascular trauma. **Journal of Vascular Surgery**, Bethesda, v. 41, n. 4, p. 638-644, 2005. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15874928/>. Acceso en: 3 abr. 2023.

GERALDO, A. F. A ação contra minas no contexto da construção da paz. **Revista Silva**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 41-62, 2020. Disponible: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/silva/article/view/6689>. Acceso en: 3 abr. 2023.

GIANNOU, C.; BALDAN, M. **War surgery**: Working with limited resources in armed conflict and other situations of violence. Geneva: International Committee of the Red Cross, 2010.

INTERNATIONAL CAMPAIGN TO BAN LANDMINES. Cluster Munition Coalition. **Landmine Monitor 2020**. Monitoring and Research Committee, Geneva, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition, 2020.

INTERNATIONAL MINE ACTION STANDARDS. Glossary of mine action terms, definitions and abbreviations. **IMAS**, Geneva, 2014. Disponible: [https://www.mineactionstandards.org/en/standards/document-detail/?tx\\_imas\\_document%5Bdocument%5D=264&tx\\_imas\\_document%5Baction%5D=show&tx\\_imas\\_document%5Bcontroller%5D=Document&cHash=611e82a6d46b2fe28da138e248a187ab](https://www.mineactionstandards.org/en/standards/document-detail/?tx_imas_document%5Bdocument%5D=264&tx_imas_document%5Baction%5D=show&tx_imas_document%5Bcontroller%5D=Document&cHash=611e82a6d46b2fe28da138e248a187ab). Acceso en: 21 mar. 2021.

INTERNATIONAL MINE ACTION STANDARDS. Medical support to demining operation. **IMAS**, Geneva, 2020. Disponible: [https://www.mineactionstandards.org/en/standards/document-detail/?tx\\_imas\\_document%5Bdocument%5D=300&tx\\_imas\\_document%5Baction%5D=show&tx\\_imas\\_document%5Bcontroller%5D=Document&cHash=11413cdd3a284129491b182bd147672c](https://www.mineactionstandards.org/en/standards/document-detail/?tx_imas_document%5Bdocument%5D=300&tx_imas_document%5Baction%5D=show&tx_imas_document%5Bcontroller%5D=Document&cHash=11413cdd3a284129491b182bd147672c). Acceso en: 21 mar. 2021.

NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS. **PHTLS – Prehospital Trauma Life Support**. 8. ed. Amsterdam: Elsevier, 2017.

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES. **Programa Presidencial para la Acción Integral Contra Minas Antipersonal (Aicma)**. Organization of American States, Washington, DC, 2023. Disponible: <http://www.oas.org/csh/spanish/desmaicma.asp#:~:text=El%20Programa%20de%20Acci%C3%B3n%20Integral,entre%20las%20que%20se%20incluyen%3A&text=Apoyo%20para%20actividades%20para%20desminado,marcado%20y%20limpieza%20de%20minas.&text=Educaci%C3%B3n%20preventiva%20para%20la%20gente%20que%20vive%20en%20las%20zonas%20afectadas>. Acceso en: 21 mar. 2021.

ROMERO, G. A. R.; GARCIA, M. E. P. **La guerra escondida**: Minas antipersonal y remanentes explosivos en Colombia (Relator e investigador). Bogotá: Centro Nacional de Memoria Histórica, 2017.

SADAUSKAS, P. S. **Fundamentos Doutrinários do Apoio Logístico de Saúde no Combate em Localidade**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2003.

STANNARD, A. *et al.* Vascular trauma: survivability and surgical outcome in a deployed military trauma system. **British Journal of Surgery**, Oxford, v. 96, p. 1-15, 2009. Disponible: [https://academic.oup.com/bjs/article/96/Supplement\\_1/6/6179744](https://academic.oup.com/bjs/article/96/Supplement_1/6/6179744). Acceso en: 3 abr. 2023.

STARNES, B. W.; BEEKLEY, A. C.; SEBESTA, J. A.; ANDERSEN, C. A.; RUSH, R. M. Extremity vascular injuries on the battlefield: tips for surgeons deploying to war. **Journal of Trauma**, Bethesda, v. 60, p. 432-442, 2006. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16508513/>. Acceso en: 3 abr. 2023.

TIEN, H. C.; JUNG, V.; RIZOLI, S. B.; ACHARYA, S. V.; MACDONALD, J. C. An evaluation of tactical combat casualty care interventions in a combat environment. **Journals of the American College of Cardiology**, Bethesda, v. 9, n. 1, p. 65-68, 2009. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18656043/>. Acceso en: 3 abr. 2023.





## DIRECTRICES PARA AUTORES/AS E INFORMACIÓN ADICIONAL

Todo el proceso de envío debe realizarse a través de nuestro sistema de gestión editorial, disponible en:  
**<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>** (enlace corto: **[bit.ly/cmmbr](http://bit.ly/cmmbr)**)

En caso de dudas, ponte en contacto con nosotros por correo electrónico: **[info.cmm@eceme.eb.mil.br](mailto:info.cmm@eceme.eb.mil.br)**  
El manuscrito:

- 1) deberá ser original e inédito;
- 2) no puede haber sido publicado o estar en proceso de ser evaluado por otra revista, y un envío eventual a otra revista solo ocurrirá después de la devolución de la evaluación;
- 3) no haber publicado una versión sustancialmente similar en anales de eventos.

Las siguientes pautas son fundamentales para un buen flujo editorial. Lee atentamente las instrucciones para asegurarte de que tu artículo cumpla con todos los requisitos. Los requisitos reglamentarios completos deben ser accedidos directamente en nuestro sistema.

Los envíos de artículos están abiertos en un flujo continuo. Otras publicaciones, como entrevistas o informes técnicos, serán seleccionadas directamente por el equipo editorial.

La Coleção Meira Mattos es una revista interdisciplinaria que publica artículos científicos relacionados con Seguridad, Defensa y Ciencias Militares, que promuevan el diálogo entre académicos y profesionales, integrando cuestiones sobre las Fuerzas Armadas y la Sociedad. Se publican artículos revisados por pares y, ocasionalmente, entrevistas e informes técnicos seleccionados sobre temas actuales de interés para el área.

Se deben enviar los trabajos en formato Word o RTF.

Idioma: se pueden enviar artículos en portugués, inglés o español.

Título: el título debe ser breve, limitado a 22 palabras (incluido, en su caso, el subtítulo).

Resumen: con un máximo de 150 palabras en el idioma del texto y en inglés (cuando se presente en portugués o español). Debe describir los objetivos, metodología y resultados.

Palabras clave: al menos tres y como máximo cinco.

Cuadros, gráficos e imágenes: Cuando sea posible, usa formatos editables para que las traducciones puedan ocurrir directamente en la imagen. La calidad de las imágenes debe ser de 300 ppp cuando no son Word/Excel (cuadros y gráficos). El contenido gráfico debe incluirse solo si proporciona información que es indispensable para la comprensión del artículo.

Límite de palabras: el artículo debe tener entre 6000 y 8000 palabras, incluyendo la parte pre-texto y las referencias. Sin embargo, los artículos mayores o menores pueden publicarse siempre que el contenido de la contribución lo justifique.

Notas al pie: la inclusión de notas debe ser lo mínimo necesario y solo para informaciones cruciales. Debe incluirse en la misma página que la nota, no use notas al final. Evita el uso de notas como referencia, privilegie el uso de citas de autor-fecha directamente en el texto. Para las notas de textos informativos disponibles en Internet que sean de interés para el lector y que no sean citas directas o indirectas, tales como sitios web de noticias, institucionales o corporativos, documentos electrónicos, cuadros o datos estadísticos, se debe indicar el enlace y la fecha de acceso, como siguiente ejemplo:

[Texto explicativo]. Disponible en: [sitio web]. Accedido en: [día mes año] abr. 2019.

Más informaciones disponibles en el sitio web del Ejército Brasileño. Disponible en: [www.eb.mil.br](http://www.eb.mil.br). Accedido en: 02 abr. 2019.

### Otras recomendaciones

Indicación de financiamiento: debe indicarse como una nota al pie de página en el título si la investigación es financiada y quién la financia. Indicar también, cuando esté disponible, el número del proceso. Según la siguiente estructura:

Estudio/Investigación financiada por el [organismo de financiación], a través de [proyecto/programa], [edicto/proceso].

Ejemplo:

Estudio financiado por el Ministerio de Defensa de Brasil y por la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior* (CAPES), a través del Programa de Apoyo a la Docencia e Investigación Científica y Tecnológica en Defensa Nacional (Pró-Defensa), edicto 27/2018.

Datos del(los) autor(es): debe informarse solo en los metadatos que se llenaron en el sistema durante la presentación del artículo. Solo se publicarán el nombre completo, el enlace institucional y la dirección de correo electrónico.

Ejemplo:

Tássio Franchi

Exército Brasileiro, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Instituto Meira Mattos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

editor.cmm@eceme.eb.mil.br

No aceptaremos artículos con más de 4 (cuatro) autores/coautores.

Pedimos que el título de los autores sea al menos de maestría o similar, y preferiblemente que uno de los autores tenga un doctorado.

Documentos adicionales: Se pueden insertar otros documentos durante la presentación para ayudar a los revisores en el proceso de evaluación del artículo. Sin embargo, solo el artículo será publicado y estará disponible en la revista.

### Citas y referencias

CMM adopta los estándares brasileños para referencias y citas, respectivamente ABNT 6023:2018 y 10520:2002.

A los autores que no están familiarizados con el estándar ABNT, les pedimos que adapten sus citas y referencias al máximo de acuerdo con los siguientes ejemplos. Todas las referencias y citas serán revisadas por expertos, asegurando su uniformidad. Sin embargo, los artículos estandarizados no serán aceptados en otros estándares de presentación.

Consulta los requisitos reglamentarios completos y los ejemplos de referencias y citas en nuestro sitio web.

### Declaración de Derecho de Autor

La Coleção Meira Mattos (CMM) está bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Bajo esta licencia, la CMM permite:

Compartir — copiar y redistribuir material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y crear desde el material para cualquier propósito, incluso si es comercial.

Aviso

Para cualquier reutilización o distribución, debe dejar en claro a los terceros los términos de la licencia a la que se envía este trabajo.

**Agradecimentos**  
**Volumen 17, números 59, 2023**

Agradecemos el apoyo financiero y administrativo de las siguientes instituciones y sus organismos relacionados. Además de todos los funcionarios involucrados que colaboraron directa e indirectamente con la Coleção Meira Mattos.

---

**Ministério da Defesa**



**Departamento de Ensino**



**Divisão de Cooperação  
Acadêmica**



**Departamento de Educação e  
Cultura do Exército**



**Diretoria de Educação  
Superior Militar**



**Dir. do Patrimônio Histórico  
e Cultural do Exército**



**Escola de Comando e  
Estado-Maior do Exército**



**Coordenadoria de Avaliação e  
Desenvolvimento da Educação  
Superior Militar no Exército**



**EB Conhecer**





# Coleção Meira Mattos

revista das ciências militares

---

---

**Publicación**

**Edición**

