



CHAMADA ABERTA

rips.unisc

rips.unisc@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/rips.v8i1.19218>

ARTIGO DE REVISÃO

PREVALÊNCIA DA DESIDRATAÇÃO EM PILOTOS MILITARES DURANTE VOOS: uma revisão sistemática

*Prevalence of dehydration in military pilots during flights: a systematic review**Prevalencia de deshidratación en pilotos militares durante los vuelos: una revisión sistemática*Esther Oliveira Xavier de Brito¹ Fabrícia Geralda Ferreira^{1,2} Fábio Angioluci Diniz Campos^{1,3} ¹Universidade da Força Aérea (UNIFA); ²Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR); ³Academia da Força Aérea (AFA)Autor correspondente: Esther Oliveira Xavier de Brito - estherxb@yahoo.com

RESUMO

Introdução: a desidratação é o estado de déficit de água corporal devido a perdas primárias ou   ingestão inadequada de líquidos. Pode não ser aparente até que ocorra a perda de, aproximadamente 2%, da massa corporal. Segundo a literatura, mesmo a desidrata o leve pode afetar o desempenho cognitivo. São poucos os estudos sobre a quantidade de perda de fluidos em pilotos militares durante o voo. **Objetivo:** compreender a prevalência da desidrata o em pilotos militares durante os voos, por meio de uma revisão sistemática de literatura. **Método:** a revisão sistemática foi realizada seguindo as recomenda es do PRISMA. As buscas foram nas bases de dados: MEDLINE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, SCIENCE DIRECT e SCIELO. Não houve filtros de idioma ou delimita o de um período na busca. O risco de viés foi determinado por meio da avalia o crítica do Joanna Briggs Institute. **Resultados:** encontrados total de 5.830 estudos na revisão sistemática. Em seguida, foram excluídos 615 estudos duplicados e 5.202 que não cumpriram os cr terios de elegibilidade. Após a leitura de 21 textos completos, 5 estudos foram incluídos na revisão sistemática. **Conclusão:** os resultados indicaram que existe a prevalência de desidrata o dos pilotos durante voos militares, com taxas de perda de fluidos significativas, de acordo com o tipo de aeronave e o tempo de voo. A rela o entre desidrata o e desempenho cognitivo foi a repercussão mais citada na maioria dos estudos. Portanto, quanto maior a desidrata o   provável a piora no desempenho cognitivo dos pilotos, podendo refletir-se como efeito crítico na segurança do voo.

Palavras-chave: Desidrata o; Estresse hídrico; Pilotos; Militares.

ABSTRACT

Introduction: dehydration is the state of body water deficit due to primary losses or inadequate fluid intake. It may not be apparent until approximately 2% of body mass has been lost. According to the literature, even mild dehydration can affect cognitive performance. There are few studies on the amount of fluid loss in military pilots during flight. **Objective:** to understand the prevalence of dehydration in military pilots during flights, through a systematic literature review. **Method:** The systematic review was carried out following PRISMA recommendations. The searches were in the following databases: MEDLINE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, SCIENCE DIRECT and SCIELO. There were no language filters or time limits in the search. Risk of bias was determined through the Joanna Briggs Institute critical review. **Results:** a total of 5,830 studies were found in the systematic review. Next, 615 duplicate studies and 5,202 that did not meet the eligibility criteria were excluded. After reading 21 full texts, 5 studies were included in the systematic review. **Conclusion:** the results indicated that there is a prevalence of dehydration among pilots during military flights, with significant fluid loss rates, depending on the type of aircraft and flight time. The relationship between dehydration and cognitive performance was the most cited repercussion in most studies. Therefore, the greater the dehydration, the worse the cognitive performance of pilots is likely to be, which could have a critical effect on flight safety.

Keywords: Dehydration; Water stress; Pilots; Military personnel.

RESUMEN

Introducción: la deshidratación es el estado de déficit de agua corporal debido a pérdidas primarias o a una ingesta inadecuada de líquidos. Puede que no sea evidente hasta que se haya perdido aproximadamente el 2% de la masa corporal. Según la literatura, incluso una deshidratación leve puede afectar el rendimiento cognitivo. Existen pocos estudios sobre la cantidad de pérdida de líquidos en pilotos militares durante el vuelo. **Objetivo:** comprender la prevalencia de deshidratación en pilotos militares durante los vuelos, a través de una revisión sistemática de la literatura. **Método:** la revisión sistemática se realizó siguiendo las recomendaciones PRISMA. Las búsquedas se realizaron en las siguientes bases de datos: MEDLINE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, SCIENCE DIRECT y SCIELO. No hubo filtros de idioma ni límites de tiempo en la búsqueda. El riesgo de sesgo se determinó mediante la revisión crítica del Instituto Joanna Briggs. **Resultados:** en la revisión sistemática se encontraron un total de 5.830 estudios. A continuación, se excluyeron 615 estudios duplicados y 5.202 que no cumplían los criterios de elegibilidad. Después de leer 21 textos completos, se incluyeron 5 estudios en la revisión sistemática. **Conclusión:** los resultados indicaron que existe una prevalencia de deshidratación entre los pilotos durante los vuelos militares, con importantes tasas de pérdida de líquidos, según el tipo de aeronave y el tiempo de vuelo. La relación entre la deshidratación y el rendimiento cognitivo fue la repercusión más citada en la mayoría de los estudios. Por tanto, cuanto mayor sea la deshidratación, peor será el rendimiento cognitivo de los pilotos, lo que podría tener un efecto crítico en la seguridad de los vuelos.

Palabras Clave: Deshidratación; Estrés hídrico; Pilotos; Militar.



INTRODUÇÃO

A hidratação adequada é essencial para a homeostase do organismo, incluindo a manutenção da função cerebral.¹ O nível de hidratação é definido como o equilíbrio entre água consumida e perdida, podendo ser afetado por diversos fatores como ingestão e perda de líquidos por respiração, transpiração, exposição ao calor e atividade física intensa.²

Assim, considera-se a desidratação um estado de déficit de água corporal devido a perdas primárias ou à ingestão inadequada de água.³ O grau da desidratação pode ser mensurado pelo percentual de perda de massa corporal (MC).² A literatura define desidratação leve como a diminuição de 1 a 2% da MC; desidratação moderada a perda de 2 a 5% e desidratação severa a diminuição de mais de 5% da MC.^{3,4} Exercícios físicos intensos, algumas atividades laborais e exposição a altas temperaturas, podem propiciar a desidratação do indivíduo. Desse modo, militares podem ser comumente afetados.²

A relação entre desidratação e desempenho, sobretudo no trabalho é algo estabelecido há séculos.^{5,6} O homem primitivo reconheceu a importância da hidratação para o sucesso das suas expedições, desenvolvendo vários métodos para estocar e transportar água durante longas viagens. Especificamente na esfera militar, os primeiros militares reforçaram a importância da disponibilidade de água potável para o bom desempenho, ajudando a moldar estratégias militares e até mesmo ser usada como arma tática. Isso, sem dúvida, contribuiu para alterar o resultado de inúmeras batalhas desde as histórias antigas até os dias atuais.⁵

Dessa forma, a relação entre desidratação e desempenho no trabalho é estudada e aprimorada constantemente, para prevenir os riscos relacionados à saúde e obter máxima produtividade.⁵ A atividade militar, sobretudo do aviador militar, requer desempenho diferenciado e exigência de condicionamento físico superior ao da população em geral. O preparo se deve ao fato que os militares desempenham atividades operacionais em ambientes hostis, muitas vezes com restrição hídrica e alimentar e, em alguns momentos, submetidos a exercícios físicos extenuantes, seja durante cursos de treinamento ou missões. Além disso, muitas vezes, esses militares experimentam mudanças rápidas na temperatura ambiente, sem tempo de aclimação ideal.⁷

Também, de acordo com Lindseth et al.,³ as condições extremas podem comprometer os níveis de fluidos corporais do piloto militar, sendo necessário o cuidado e adequada hidratação.

A desidratação voluntária é o termo utilizado quando há redução inconsciente do consumo da quantidade mínima de fluidos, especialmente quando desconsidera-se o tipo de atividade física desenvolvida ao longo do dia.² Essa desidratação pode ocorrer também de modo consciente, quando pilotos evitam a ingestão de líquidos antes e durante os voos para não urinar no percurso.⁸

Há poucos trabalhos na literatura, sobre as quantidades de perda de fluidos dos pilotos militares durante o voo.² Portanto, é fundamental aprofundar o conhecimento sobre os efeitos da desidratação, nos voos militares, para aumentar a sua segurança e desenvolver estratégias para otimizar o desempenho operacional e, possivelmente, diminuir as repercussões negativas no desempenho do piloto.

Dessa forma, esse estudo objetivou compreender a prevalência da desidratação em pilotos militares durante os voos, por meio de uma revisão sistemática de literatura.

MÉTODO

Desenho do estudo

Foi realizada a revisão sistemática, seguindo as recomendações do PRISMA.⁹ A pesquisa foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) (CRD42023465761).

Estratégia de busca

As buscas foram nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE), *SciVerse Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), entre agosto de 2023 e setembro de 2023. Para delimitar a pergunta orientadora da pesquisa, utilizou-se a estratégia PECOS:

1. População: pilotos militares.
2. Exposição: atividade aérea.
3. Controle: não aplicável.
4. Desfecho (*outcomes*): desidratação.
5. Desenho do estudo (*study design*): transversal.

As palavras-chave "*Dehydration*" e "*Pilots*" foram usadas como descritores do *Medical Subject Headings* (MeSH), além dos seus respectivos sinônimos. A frase de busca foi obtida utilizando os operadores booleanos "AND" entre os descritores e "OR" entre os sinônimos. Não houve filtros de idioma ou delimitação de um período de tempo na busca. Foram consideradas apenas revistas científicas. A lista detalhada dos termos exatos e estratégias de busca utilizadas, de acordo com os requerimentos específicos de cada base de dados pode ser vista no Quadro 1. Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicas e as referências bibliográficas dos artigos selecionados, como esforço para obter estudos adicionais elegíveis.

Quadro 1 - Estratégia de busca das bases de dados analisadas

Base de Dados	Estratégia de Busca
MEDLINE/ PUBMED	<i>(dehydration OR (hypohydration) OR ("water stress") OR ("stress, water") OR ("hydration status") OR ("fluid loss") AND (pilots) OR (aviator) OR (aviators) OR ("co-pilot") OR ("co pilot") OR ("co-pilots") OR ("military pilots") OR ("military aviators") OR ("fighter pilots") OR ("military flight"))</i>
SCOPUS	<i>TITLE-ABS-KEY (dehydration OR "water stress" OR "stress, water" OR "hydration status" OR hypohydration OR "fluid loss") AND TITLE-ABS-KEY (aviator OR aviators OR "military pilots" OR "military aviators" OR "fighter pilots" OR "military flight")</i>
WEB OF SCIENCE	<i>dehydration OR "water stress" OR "stress, water" OR "hydration status" OR hypohydration OR "fluid loss" (Topic) and pilot OR pilots OR "military pilots" OR "military aviators" OR "fighter pilots" OR "military flight" OR "Co-Pilot" OR "Co Pilot" OR "Co- Pilots" (Topic)</i>
SCIENCE DIRECT	<i>"hydration status" OR "fluid loss" OR hypohydration OR dehydration AND aviators OR "military pilots" OR "military flight" OR "military aviators" OR "fighter pilots"</i>
SCIELO	<i>((dehydration) OR ("hydration status") OR ("water stress") OR ("stress, water") OR (hypohydration) OR ("fluid loss")) AND (pilot) OR (aviator)) OR (aviators)) OR ("co-pilot")) OR ("co pilot")) OR ("co-pilots")) OR ("fighter pilots")) OR ("military flight")) OR ("military aviators")) OR (pilots)</i>

Crerios de elegibilidade

Foram incluídos os registros que analisaram a desidratação em pilotos militares durante a atividade aérea (real ou simulada). Os critérios de inclusão foram: pilotos militares avaliados antes, durante e/ou após a atividade aérea real (realizada em qualquer tipo de aeronave) ou simulada (realizada em simulador de voo).

Adicionalmente, foram excluídos os artigos em que os pilotos militares tiveram seu grau de desidratação avaliado em situações não relacionadas à atividade aérea.

Extração de dados

Dois pesquisadores conduziram a pesquisa nas bases de dados de forma independente, aplicando os critérios de elegibilidade. Para a triagem inicial, leitura de títulos e resumos e remoção de duplicatas, utilizou-se o *software* Rayyan. Além disso, um terceiro autor foi responsável pela resolução de discrepâncias. Posteriormente, a leitura dos textos completos e extração dos dados foi realizada por meio de planilha Excel, para elucidação das razões de exclusão e destaque das principais contribuições do estudo.

Na referida planilha foram tabuladas as seguintes informações: primeiro autor e ano; país; amostra; tipo de voo e aeronave; métodos de medição de desidratação; resultados; possíveis repercussões e principais conclusões do estudo. Foram considerados apenas dados de artigos.

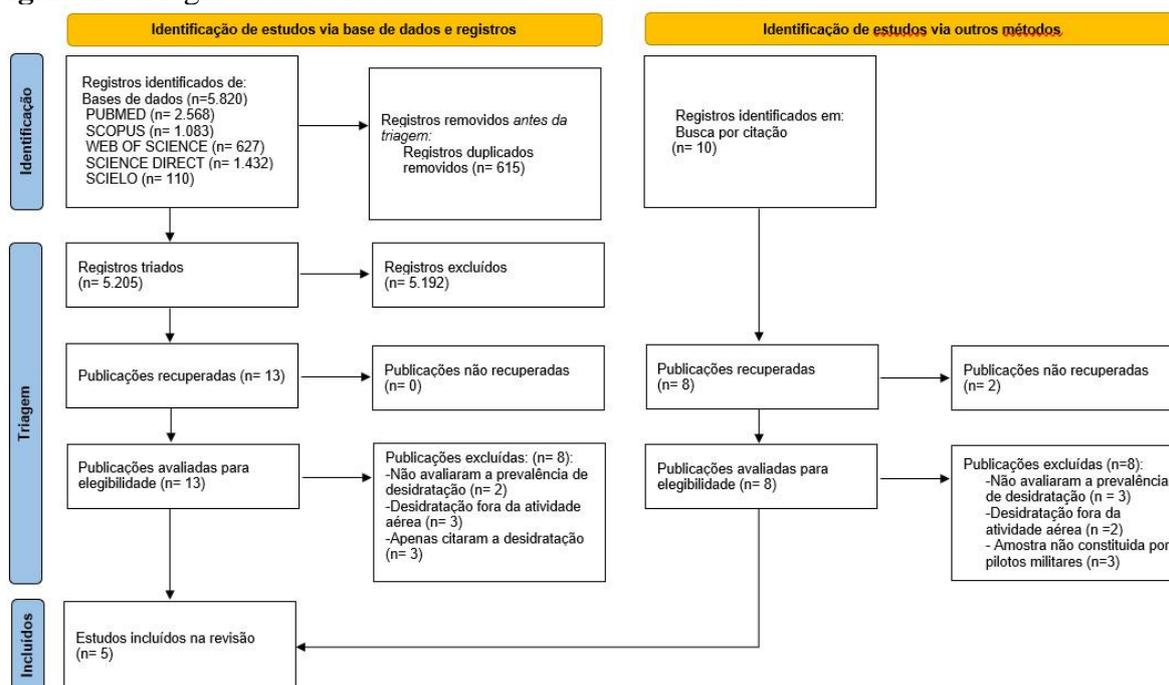
Risco de viés

O risco de viés dos estudos selecionados foi avaliado usando a lista de verificação de avaliação crítica do *Joanna Briggs Institute* para estudos que relatam dados de prevalência. Independentemente, dois revisores avaliaram os estudos incluídos e todas as decisões sobre o sistema de pontuação foram acordadas por todos os revisores antes da avaliação crítica. O viés individual do estudo foi categorizado de acordo com a soma das respostas positivas às questões correspondentes ao instrumento de avaliação. O risco de viés foi considerado alto quando o estudo obteve menos de quatro respostas “sim”, moderado quando o estudo obteve cinco a sete respostas “sim” e baixo quando o estudo atingiu oito ou nove pontuações “sim”.¹⁰

RESULTADOS

O diagrama de fluxo dos estudos incluídos está apresentado na Figura 1. Um total de 5.830 artigos foi inicialmente identificado nesta revisão sistemática. Em seguida, foram excluídos 615 estudos duplicados e 5.202 estudos que após a leitura de título e resumo não cumpriram os critérios de inclusão. Após a leitura de 21 textos completos, 5 estudos foram incluídos na revisão sistemática.

Figura 1 – Diagrama de fluxo dos estudos incluídos e excluídos



As características dos estudos incluídos são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Características descritivas dos estudos incluídos na revisão

Autor/Ano	País	Amostra	Tipo de voo	Tipo de aeronave	Métodos de avaliação da desidratação
BRESCON <i>et al.</i> , 2019	França	21	Real	Caça	GEU Massa corporal Taxa de suor e urina
LEVKOVSKY <i>et al.</i> , 2018	Israel	48	Real	Transporte (N: 9) Asas rotativas (N: 11) Caça Falcon (N: 6) Caça Skyhawk (N: 22)	GEU Massa corporal
OLIVEIRA-SILVA <i>et al.</i> , 2015	Brasil	11	Real	Caça	Amostra de sangue (hematócrito)
LINDSETH <i>et al.</i> 2013	EUA	40	Simulado	Não relatado	Massa corporal
REARDON <i>et al.</i> ; 1998	EUA	14	Simulado	Asas rotativas	Massa corporal Taxa de suor

Nota: *GEU: gravidade específica da urina.

Os resultados dos estudos incluídos são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados dos estudos incluídos na revisão

(Continua)

Autor/Ano	Resultados	Repercussões encontradas	Principais conclusões
BRESCON <i>et al.</i> , 2019	Pré-voo: A proporção de pilotos hipo-hidratados (>1,020) foi menor no grupo com BU (29%) que no grupo sem BU (90%). Durante voo: o grau de desidratação foi de 1,13% no grupo com BU e 1,16% no grupo sem BU	Não relatado	<ul style="list-style-type: none"> - Pilotos podem adotar a estratégia de desidratação voluntária, horas antes da decolagem, para evitar urinar durante o voo. - Os pilotos, muitas vezes, entram na cabine de comando em estado de desidratação avançado. - A desidratação > 2% foi definida como o limite em que o desempenho físico, cognitivo e a tolerância à aceleração começam a ser prejudicadas. - A desidratação pode afetar o desempenho cognitivo do piloto, favorecendo erros de voo.
LEVKOVSKY <i>et al.</i> , 2018	11 (11%) tripulantes tiveram a perda > 1% MC, sendo 7 pilotos de asas rotativas	Não relatado	<ul style="list-style-type: none"> - A perda de fluidos de pilotos variou entre diferentes tipos de aeronaves e duração do voo. - Em 11 voos (11%) a tripulação completou o trecho com perda significativa de fluido. - Os voos militares podem estar associados a importante perda de fluido entre a tripulação. - A perda de 1% ou mais da MC devido à desidratação tem efeito negativo no desempenho cognitivo, o que pode afetar a segurança de voo.

Quadro 3 – Resultados dos estudos incluídos na revisão

(Conclusão)

OLIVEIRA-SILVA <i>et al.</i> , 2015	Alteração de 1,5-0,6% no hematócrito que resultou em redução de 6,1-2,3% no nível de hidratação (ou seja, desidratado)	Alteração da VFC	<ul style="list-style-type: none"> - Os VFC estão associados com alterações na performance dos pilotos. - Menores índices de VFC indicam indivíduos menos adaptados às situações estressoras, enquanto maiores índices indicam indivíduos mais preparados. - A desidratação do piloto altera suas habilidades físicas e cognitivas, comprometendo a segurança do voo, pois diminui os índices de VFC
LINDSETH <i>et al.</i> , 2013	12 pilotos (30%) tiveram 1-3% perda de MC.	Alteração cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> - O desempenho de voo e as pontuações do teste de cognição espacial foram significativamente piores em pilotos desidratados, comparando com os pilotos hidratados. - Os efeitos da desidratação na performance cognitiva são ampliados quando em condições de alta altitude.
REARDON <i>et al.</i> , 1998	A taxa de sudorese MOPP4 quente foi de 1.523 ml/hora, resultando em 2,5% de desidratação, em contraste com 183 ml/hora e 0,9% de desidratação na condição MOPP4 fria.	Estresse e sensação de desconforto	<ul style="list-style-type: none"> - Em estudo feito em simulador de helicópteros UH-60, houve taxa de sudorese quantificada em até 1.523 ml/hora, ocorrendo a perda de 2,5% da MC, sob temperaturas elevadas. - Além do importante grau de desidratação no piloto, ocorreu estresse e sensação de desconforto aumentada.

Notas: *BU: bacia urinária/ MC: massa corporal/ MOPP4: Medidas Operacionais de Proteção Preventiva/ VFC: variabilidade da frequência cardíaca.

Dentre os estudos, o tamanho da amostra variou entre 11 e 48 pilotos militares. Três estudos avaliaram o grau de desidratação em pilotos durante voos reais, e dois usaram simuladores de voo em condições padronizadas para todos os participantes. Apenas um estudo de voo real comparou o possível grau de desidratação entre diferentes tipos de aeronaves. Neste estudo, considerou-se o tempo de voo de cada aeronave e, posteriormente, a perda de fluidos foi calculada em mililitros por hora (ml/h). Dentre os tipos de aeronave, três estudos foram realizados na aviação de caça, sendo todos voos reais.

Foram descritos diferentes métodos de avaliação do estado de hidratação nos pilotos militares, tais como GEU (n = 2); variação do hematócrito sanguíneo (n = 1) e diferença de MC pré e pós-voo (n = 4). A diferença de MC foi o método de avaliação mais utilizado durante os estudos. Em 60% dos estudos selecionados, verificou-se a associação de dois ou mais métodos de avaliação do estado de hidratação.

Dois estudos consideraram a perda de mais de 1% da MC como desidratação e outros dois estudos não especificaram o ponto de corte. Dos cinco estudos que avaliaram os graus de desidratação, em pilotos durante voos, todos relataram o percentual de desidratação, sendo essa variação de acordo com o tipo de aeronave e tempo de voo. De acordo com a avaliação do risco de viés, pela avaliação crítica do JBI, os estudos selecionados foram classificados com baixo risco de viés, o que pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 - Avaliação de risco de viés

Estudo	A estrutura da amostra é apropriada para representar a população alvo?	Os participantes do estudo foram selecionados apropriadamente	O tamanho amostral foi adequado?	Os sujeitos do estudo foram descritos detalhadamente?	A análise de dados foi realizada em uma parcela suficiente da amostra identificada?	Foram utilizados métodos válidos para a identificação da condição?	A condição estudada foi medida de maneira padrão confiável para todos os participantes?	Houve análise estatística apropriada?	A taxa de resposta foi adequada? Se não, ela foi gerenciada adequadamente?
Brescon <i>et al.</i> , 2019	Sim	Sim	Incerto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Levkovsky <i>etal.</i> , 2018	Sim	Sim	Incerto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Oliveira-Silva <i>etal.</i> , 2015	Sim	Sim	Incerto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Lindseth <i>et al.</i> , 2013	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Reardon <i>el al.</i> , 1998	Sim	Sim	Incerto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	

DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a prevalência de desidratação em pilotos militares durante o voo. Levkovsky et al.,² realizaram estudos para quantificar a perda de fluidos de pilotos durante o voo militar. A MC, GEU e tensão de calor ambiental foram avaliados antes e depois de cada voo. A perda de fluido foi calculada como as diferenças da MC do militar antes da decolagem e após o pouso. O total de 48 pilotos da Força Aérea Israelense participaram do estudo, que incluiu 104 voos de treinamento em várias plataformas. A taxa de perda de fluidos foi calculada em ml/h para homogeneizar os resultados e a taxa média foi 462 ml/h. Os resultados variaram entre diferentes tipos de aeronaves e duração do voo. Todas as plataformas, comparadas ao grupo de transporte, perderam significativamente mais fluidos. Os pilotos de helicóptero Blackhawk perderam a maior quantidade de fluidos por voo e tinham voos mais longos (média de 108 minutos em comparação a 35,5% em jatos de combate). Os pilotos de caça tiveram a maior taxa de perda de fluido por hora de voo (até 692 ml). O estudo concluiu que em 11 voos (≈11%) a tripulação completou seu voo com elevada perda de fluido. Desse modo, concluiu-se que os voos militares podem estar associados a quantidade importante de perda de fluido entre a tripulação.²

É importante destacar que o piloto pode adotar restrição hídrica antes e durante o voo, diante da impossibilidade de micção no percurso. Ainda, pode haver ingestão insuficiente de líquidos ao longo do dia, após intensa programação de atividades de trabalho e exercícios físicos. Para essa ocorrência o nome é desidratação voluntária e pode ser vista com frequência em tripulações de voo e, principalmente, em pilotos de caça.²

Além disso, os processos de vestir, caminhar até a aeronave, conduzir a inspeção pré- voo e entrar na cabine podem ser demorados. Durante este período, o aumento da sudorese, devido à exposição ao calor, contribui para a desidratação. Muitas vezes, os pilotos entram na cabine de comando em estado de desidratação já avançado ou iminente.^{2,8} Afirmam Brescon et al.⁸ com base nos valores de GEU, mensurados antes do voo, que 52% dos pilotos já estavam desidratados antes de decolar. Este resultado corrobora com os de Levkovsky et al.², que comprovaram a taxa de desidratação pré-voos em 58%, dos pilotos israelenses. O processo de desidratação continua no voo e pode ser agravada pela ausência do sistema de resfriamento de ar.⁸ No estudo feito em simulador de helicópteros UH-60, com quatorze pilotos uniformizados, sobrecarregados com placa torácica balística e equipamento de sobrevivência sobre a água, voando em missões de quatro horas de duração, quando performando sob temperaturas elevadas, houve taxa de sudorese quantificada em até 1.523 ml/h. Dessa forma, ocorreu perda de 2,5% da MC, gerando importante desidratação. Diante dessas condições, foi relatado intenso estresse e desconforto aumentado para o piloto, o que culminou na redução do tempo de voo para um terço do tempo total previsto.¹¹

Os pilotos de helicópteros militares de combate têm tarefas de grande exigência física e mental, sendo submetidos a altas cargas de treinamento e voos de longa duração. O esforço mental está relacionado à carga de trabalho cognitiva. As tarefas de carga cognitiva são as que requerem gerenciamento e operação com grandes quantidades de informações, de forma não automática, como pilotar aeronaves. Além disso, indiretamente, essa carga torna as tarefas subjetivamente difíceis, podendo repercutir negativamente no desempenho do piloto, gerar erros e conseqüente risco à segurança do voo.¹²

Lindseth et al.³ avaliaram o efeito da ingestão de líquidos, e a possível desidratação, no sistema cognitivo (cognição espacial e memória de curto prazo) e desempenho de voo de 40 pilotos saudáveis. Destes, 12 (30%) tiveram perda de 1-3% da MC, sendo considerados desidratados. De acordo com os resultados não houve diferença significativa ($t = 1,55$, $p = 0,13$), na memória de curto prazo, ao comparar pilotos desidratados com os hidratados. Entretanto, houve diferenças significativas ($t = 2,20$, $p = 0,03$) nos escores de cognição espacial, em relação

aos pilotos que tiveram baixa ingestão de fluidos e experimentaram desidratação, em comparação com os hidratados. As pontuações de desempenho de voo foram significativamente piores ($t = 3,34$, $p = 0,002$) para pilotos desidratados. Ainda, de acordo com os autores, os efeitos da desidratação na performance cognitiva são ampliados quando combinados com condições de alta altitude, onde os pilotos geralmente atuam.³

Mesmo com o reduzido número de estudos que avaliaram a desidratação no piloto militar, é importante destacar que dos cinco estudos presentes nesta revisão sistemática, quatro reforçaram que o desempenho cognitivo pode ser influenciado pelos níveis de hidratação durante o voo. Entretanto, diante da carência de estudos neste grupo, é difícil afirmar quais funções cognitivas são mais afetadas.

Além do comprometimento cognitivo, já mencionado, a desidratação pode ser crítica para pilotos de caça, devido à redução na tolerância da força gravitacional,^{2,8,13} experimentados em voos de alto desempenho, e intensificando a ameaça da perda de consciência, induzida pela força gravitacional.¹³ Isso talvez possa justificar a predominância de estudos encontrados nesta revisão sistemática com pilotos de caça. Entretanto, são necessários mais estudos para avaliar essa relação, pois a desidratação no piloto de caça pode ser resultante do aumento da transpiração, devido a exposição ao calor, encapsulamento na aeronave e aumento do gasto de energia devido a roupa de proteção.⁸ Como já mencionado, a limitação voluntária da ingestão de líquidos antes e durante os voos, para evitar urinar, é prática frequente. E esse hábito, sem dúvida, pode promover desidratação, sobretudo em pilotos de caça.²

Em um estudo avaliando o efeito do uso da bacia urinária (BU) durante o voo, os pilotos foram divididos em dois grupos: com e sem a BU. Foram considerados a GEU pré-voo; o consumo de água e comida durante o voo e a variação da MC entre os dois grupos. O objetivo era avaliar se os pilotos com BU estavam mais hidratados antes do voo, consumiam mais água e comida, durante o voo quando comparado com os sem BU, e verificar as perdas hídricas dos dois grupos durante os voos. Concluiu-se que antes do voo a proporção de pilotos hipohidratados foi menor no grupo com BU (29%) que no grupo sem BU (90%). Assim, o nível de desidratação, baseado na diferença na MC, antes e depois de um voo, é provavelmente subestimado no grupo sem BU, em relação ao seu verdadeiro estado de hidratação. Além disso, pilotos com BU consumiram mais água e alimentos durante o voo, pois poderiam urinar durante o percurso. Entretanto, a perda de MC, absoluta e relativa, no voo foi semelhante nos dois grupos ($-866 \pm 593\text{g}$ no grupo BU *versus* $-977 \pm 367\text{g}$ no grupo sem BU, $p < 0,001$ para ambos). O aumento da perda de líquidos pela transpiração e micção, no grupo com BU, explica matematicamente a ausência de diferença. Portanto, segundo o estudo não usar BU durante o voo pode resultar em desidratação suplementar a 2%, além da desidratação de mais de 1% induzida durante o voo, o que pode aumentar o risco de erros dos pilotos de caça.⁸

O estudo realizado por Oliveira-Silva e Boullosa¹⁴ relacionou a desidratação em pilotos de caça com o controle autonômico cardíaco. Correlações entre desidratação e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foram identificadas ($r = -0,61$ a $-0,81$) e, conforme ocorre aumento da desidratação, também ocorre diminuição da VFC.¹⁵ Entretanto, não foi possível identificar a relação de causa e efeito entre as duas variáveis. Este artigo foi o único que utilizou a dosagem de hematócrito, no pré e pós-voo, como método para quantificar a desidratação. Os demais artigos analisaram o grau de desidratação pela variação da MC pré e pós-voo e, em 60% dos estudos selecionados, verificou-se associação de 2 ou mais métodos de avaliação do estado de hidratação.

A maior limitação para a realização dessa pesquisa foi a escassez de estudos acerca do tema. Apesar disso, visando obter o maior número possível de informações relevantes para esta revisão sistemática, foi realizada uma avaliação minuciosa de todos os artigos selecionados, desde a etapa de seleção nas bases de dados.

CONCLUSÃO

A prevalência de desidratação dos pilotos durante voos militares, com taxas de perda de fluidos significativas, variou de 1- 6,1%, de acordo com o tipo de aeronave e o tempo de voo. Não obstante o limitado número de estudos, comparando o grau de desidratação nos diferentes tipos de aeronave, a perda de mais de 1% da MC pode ocorrer durante o voo, em todos os tipos de aeronaves. Considera-se que a tripulação de caça perde mais fluidos por hora de voo, embora sejam voos mais curtos, enquanto os voos dos pilotos de helicóptero são longos, perdendo assim maior quantidade de líquidos por voo. É importante destacar que dentre os estudos encontrados, três avaliaram a desidratação em pilotos de caça. Isso pode ser justificado pela relação da desidratação com a redução na tolerância da força gravitacional, experimentado em voos de alto desempenho, intensificando a ameaça de perda de consciência, induzida pela força gravitacional e consequente risco à segurança de voo.

A relação entre desidratação e desempenho cognitivo foi o tipo de ocorrência mais citada na maioria dos estudos. Embora apenas um tenha avaliado os efeitos da desidratação, na função cognitiva dos pilotos, todos os artigos enfatizaram e alertaram sobre essa possível repercussão no piloto, pela desidratação, mesmo sendo leve. Pode-se concluir que, quanto maior a desidratação, pior o desempenho cognitivo dos pilotos, refletindo na segurança do voo, na medida em que pode favorecer acidentes por falha humana.

A hidratação adequada é fundamental para garantir a eficiência das atividades mentais e físicas do piloto militar. Isso reforça a necessidade de mais estudos que avaliem a perda de fluidos dos pilotos durante diferentes perfis de voos militares, para assim prevenir a ocorrência de repercussões comprometedoras para o desempenho da atividade aérea e consequente segurança de voo. Ao compreender as necessidades da hidratação durante a atividade aérea, torna-se possível desenvolver estratégias para otimizar o desempenho operacional e, possivelmente, diminuir as repercussões negativas no desempenho do aviador.

REFERÊNCIAS

1. Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. *J Am Coll Nutr* 2007; 26(5 Suppl):555S-561S. doi: <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719658> PMID: 17921465.
2. Levkovsky A, Abot-Barkan S, Chapnik L, Doron O, Levy Y, Heled Y, Gordon B. Aviator's Fluid Balance During Military Flight. *Aerosp Med Hum Perform* 2018; 89(2):94-98. doi: <https://doi.org/10.3357/AMHP.4920.2018>. PMID: 2946335
3. Lindseth PD, Lindseth GN, Petros TV, Jensen WC, Caspers J. Effects of hydration on cognitive function of pilots. *Mil Med* 2013; 178(7):792-8. doi: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00013> PMID: 23820354.
4. Szinnai G, Schachinger H, Arnaud MJ, Linder L, Keller U. Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005; 289(1):R275-80. doi: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00501.2004> Epub 2005 Apr 21. PMID: 15845879.
5. Cheuvront SN, Kenefick RW. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr Physiol* 2014; 4(1):257-85. doi: <https://doi.org/10.1002/cphy.c130017> PMID: 24692140.

6. Goldman, RF. Introduction to heat-related problems in military operations. In: Kent B. Pandoff KB, Burr RE, editors. Medical aspects of harsh environments. Office of The Surgeon General, Walter Reed Army Medical Center, Washington, DC; 2001. 3-49 p.
7. Carretero-Krug A, Úbeda N, Velasco C, Medina-Font J, Laguna TT, Varela-Moreiras G, Montero A. Hydration status, body composition, and anxiety status in aeronautical military personnel from Spain: a cross-sectional study. *Mil Med Res* 2021; 8(1):1-9. doi: <https://doi.org/10.1186/s40779-021-00327-2> PMID: 34074350; PMCID: PMC8170814.
8. Brescon C, Pegaz PY, Godet P, Malgoyre A, Charlot K. Effect of Urinary Sheath Use on Hydration Status of Fighter Pilots Under Severe Thermal Stress: An Observational Study. *Mil Med* 2019; 184(3-4):e217-e222. doi: <https://doi.org/10.1093/milmed/usy233> PMID: 30215767.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: n71. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. PMID: 33782057; PMCID: PMC8005924.
10. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). Aromataris E, Munn Z, editors. *JBIMES*; 2020. doi: <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>
11. Reardon M, Fraser B, Omer J. Physiological effects of thermal stress on aviators flying a UH-60 helicopter simulator. *Mil Med* 1998; 163(5):298-303. PMID: 9597845. doi: <https://doi.org/10.1093/milmed/163.5.298>
12. García-Mas A, Ortega E, Ponseti J, De Teresa C, Cárdenas D. Carga de trabalho e níveis de cortisol em pilotos de helicópteros de combate durante voos simulados. *Rev Andal Med Deporte* 2016; 9(1):7-11. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.12.001>
13. Schultz, MC, Schultz, JT, & Schultz, JJ. Female relief Systems in US military fighter ejection seat aircraft. *JATE* 2021; 10(2):1-15. doi: <https://doi.org/10.7771/2159-6670.1220>
14. Oliveira-Silva I, Boullosa DA. Physical Fitness and Dehydration Influences on the Cardiac Autonomic Control of Fighter Pilots. *Aerosp Med Hum Perform* 2015; 86(10):875-80. doi: <https://doi.org/10.3357/AMHP.4296.2015> PMID: 265646
15. Tomes C, Schram B, Orr R. Relationships Between Heart Rate Variability, Occupational Performance, and Fitness for Tactical Personnel: A Systematic Review. *Front Public Health* 2020; 9(8):1-16. doi: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.583336> PMID: 33240835; PMCID: PMC7680786.

Submissão: 06/03/2024.

Aceite: 05/07/2024.