



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

PAMELLA LUIZA DOS SANTOS BENEDETTO, 1ºTEN QOMED

**Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea
Brasileira: um estudo retrospectivo.**

Rio de Janeiro

2024

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

PAMELLA LUIZA DOS SANTOS BENEDETTO, 1ºTEN QOMED

**Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea
Brasileira: um estudo retrospectivo.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Desempenho Humano
Operacional da Universidade da Força
Aérea como requisito parcial para a
obtenção de título de Mestre em
Desempenho Humano Operacional.
Orientadora: Profa. Dra. Leonice
Aparecida Doimo
Coorientadora: Profa. Dra. Fabrícia
Geralda Ferreira

Rio de Janeiro

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Benedetto, Pamella Luiza dos Santos

P436 Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes da Força Aérea Brasileira: um estudo restropectivo. / Pamella Luiza dos Santos Benedetto. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2024.
44 f.: il., enc.

Orientador: Prof. Dr^a. Leonice Aparecida Doimo
Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2024.

Referências: f. 39-44

1. Vitamina D. 2. Colecalciferol. 3. Forças Armadas. 4. Militares e Cívís I. Título. II. Doimo, Leonice Aparecida. III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 355

PAMELLA LUIZA DOS SANTOS BENEDETTO, 1ºTen QOMed

**Prevalência de hipovitaminose D em militares e dependentes
da Força Aérea Brasileira: um estudo retrospectivo.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Programa de Pós-Graduação em
Desempenho Humano Operacional da
Universidade da Força Aérea.

Aprovado por:



Presidente, Professor(a) Doutor(a) Leonice Aparecida Doimo - UNIFA

Documento assinado digitalmente
gov.br CLAUDIA ELIZA PATROCINIO DE OLIVEIRA
Data: 16/05/2024 21:57:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor(a) Doutor(a) Claudia Elisa Patrocinio de Oliveira - UFV

Documento assinado digitalmente
gov.br PRISCILA DOS SANTOS BUNN
Data: 17/05/2024 11:19:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor(a) Doutor(a) Priscila dos Santos Bunn - UNIFA

Rio de Janeiro
Março de 2024

DEDICATÓRIA

Às mulheres da minha família, meus maiores exemplos de vida.

À Adolfina, Lourdes e Ninon que, diariamente, me mostraram a importância dos estudos e me incentivaram a ir mais longe, sempre.

À Melânia, que tenha a opção e a escolha do mundo do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar os agradecimentos sem que o primeiro citado fosse meu marido, Cap. Malta. Ele é a pessoa que esteve ao meu lado durante esses anos, que mais me incentivou e me ajudou, que me conduziu pela mão, que ouviu meus medos e lamentos e, principalmente, que mais torceu por mim. Não tenho palavras para lhe agradecer.

Agradeço aos meus pais, Ninon e Henrique, por toda dedicação e esforço em minha educação, sempre me conduzindo com muito carinho e amor.

Agradeço as minhas orientadoras, Profa. Leonice Aparecida Doimo e Profa. Fabrícia Geralda Ferreira, pela paciência, ensinamentos e orientações, principalmente pela compreensão do momento de vida que passei, me tratando como uma filha. Me senti muito acolhida e serei eternamente grata.

E, por fim, agradeço a minha filha Melânia, por me dar força e motivo para continuar.

EPÍGRAFE

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no oceano. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”. (Madre Tereza de Calcutá).

RESUMO

A vitamina D é importante para o desenvolvimento da saúde física e mental do indivíduo. Tem efeito positivo demonstrado na mineralização óssea, capacidade e regeneração muscular, desempenho neuromuscular e capacidade aeróbia. A hipovitaminose D é altamente prevalente em todo o mundo, podendo gerar enfermidades como doenças osteomusculares, autoimunes e cardiovasculares, comprometimento cognitivo e até câncer. Militares precisam estar preparados para pronta resposta e sempre em condições para o combate, razões pelas quais, conhecer os níveis de vitamina D deles se torna importante. O objetivo deste estudo foi avaliar o *status* de vitamina D dos militares da Força Aérea Brasileira (FAB) e civis que dosaram esse hormônio entre 2018 e 2022 no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Central da Aeronáutica (HCA). Foram consideradas as dosagens de vitamina D de indivíduos entre 18 e 60 anos, realizadas no período citado. Foram geradas planilhas Excel contendo a informação se civil ou militar, idade, sexo, data da coleta e valor da vitamina D que posteriormente foram importados para o software Stata, versão 13, para análise dos dados. Foram incluídos 15.651 indivíduos, destes 6.162 eram militares. Obtivemos maiores níveis de vitamina D entre os militares, contudo somente 31,1% deles apresentaram suficiência. O status de vitamina D é melhor nos homens, de maior faixa etária, nos meses de outono e verão e após o período de Lockdown da pandemia de COVID-19 tanto em militares quanto em civis.

Palavras-chave: vitamina D; colecalciferol; militares; Forças Armadas; civis

ABSTRACT

Vitamin D is important for the development of an individual's physical and mental health. It has a demonstrated positive effect on bone mineralization, muscle capacity and regeneration, neuromuscular performance and aerobic capacity. Hypovitaminosis D is highly prevalent throughout the world and can lead to illnesses such as musculoskeletal, autoimmune and cardiovascular diseases, cognitive impairment and even cancer. Military personnel need to be prepared for a prompt response and always ready for combat, which is why knowing their vitamin D levels becomes important. The objective of this study was to evaluate the vitamin D status of military personnel from the Brazilian Air Force (FAB) and civilians who measured this hormone between 2018 and 2022 at the Clinical Analysis Laboratory of the Central Aeronautical Hospital (HCA). The vitamin D dosages of individuals between 18 and 60 years old, carried out in the aforementioned period, were considered. Excel spreadsheets were generated containing information on whether civilian or military, age, sex, date of collection and vitamin D value, which were later imported into Stata software, version 14, for data analysis. 15,651 individuals were included, of which 6,162 were military personnel. We obtained higher levels of vitamin D among the military, however only 31.1% of them were sufficient. Vitamin D status is better in men, of older age groups, in the autumn and summer months and after the COVID-19 pandemic Lockdown period in both military and civilians.

Keywords: vitamin D; cholecalciferol; military; Armed forces; civilians

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fontes alimentares de vitamina D.....	16
Tabela 2. Caracterização da amostra de militares da Força Aérea Brasileira e dependentes civis no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).....	28
Tabela 3. Status de vitamina D segundo condição de ser civil ou militar da Força Aérea Brasileira no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).....	29
Tabela 4. Caracterização do <i>status</i> de vitamina D em militares da Força Aérea Brasileira e dependentes civis no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).....	31
Tabela 5. Regressão logística multinomial do status de vitamina D (categoria de referência: suficiência) e fatores associados em dependentes civis. Rio de Janeiro, Brasil, 9399 indivíduos (2018-2022).....	32
Tabela 6. Regressão logística multinomial do status de vitamina D (categoria de referência: suficiência) e fatores associados em militares da Força Aérea Brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, 6162 indivíduos (2018-2022).....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1,25(OH)₂D – 1,25 diidroxivitamina D

25(OH) – 25 hidroxivitamina D

EUA – Estados Unidos da América

FAB – Força Aérea Brasileira

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAC/HAC – Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Central da Aeronáutica

LAC/HCA – Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Central da Aeronáutica

OR – Odds Ratio

SBEM – Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia

SBPC/ML – Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial

UVB – Ultravioleta B

VO₂max – volume máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
3	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	15
3.1	Vitamina D.....	15
3.2	Hipovitaminose D.....	16
3.3	Metodologia para determinação plasmática de 25(OH)D.....	18
3.4	Vitamina D e faixa etária.....	19
3.5	Vitamina D, latitude e estações do ano.....	20
3.6	Vitamina D, imunidade e doenças respiratórias.....	20
3.7	Vitamina D e desempenho humano.....	21
3.8	Vitamina D e militares.....	22
3.9	Vitamina D e militares brasileiros.....	24
4	METODOLOGIA.....	25
4.1	Tipo de pesquisa e aspecto ético.....	25
4.2	Procedimento de coleta de dados.....	25
4.3	Critérios de elegibilidade.....	26
4.4	Classificação de variáveis.....	26
4.5	Análise estatística.....	27
5	RESULTADOS.....	27
6	DISCUSSÃO.....	34
7	LIMITAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO.....	37
8	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1. INTRODUÇÃO

A vitamina D (colecalfiferol) tem importante papel para o desenvolvimento da saúde física e mental do indivíduo, motivo pelo qual vem recebendo crescente atenção da comunidade científica e médica. Isso pode ser verificado pelo aumento de artigos científicos sobre essa questão, pelo aumento de dosagens solicitadas por médicos, pelas recomendações dietéticas e pelo aumento de vendas da mesma, na forma de suplemento (Mithal *et al.*, 2009).

A hipovitaminose D é altamente prevalente e tem se constituído num problema de saúde pública mundial. Essa adversidade pode acometer mais de 90% dos indivíduos, dependendo da população estudada (Mithal *et al.*, 2009). A prevalência média de deficiência de vitamina D (<20ng/mL) nos países da América do Sul é de 34,76% e, no Brasil, de 27,5% (Mendes *et al.*, 2023). Esses valores variam na população dependendo da idade (Premaor; Furlanetto, 2006), incidência solar (Maeda *et al.*, 2013), cor da pele (Mazzini, 2020), hábitos alimentares (Maeda, 2014) e tipos de vestimentas (Mazzini, 2020).

A deficiência de vitamina D está relacionada à diversas enfermidades, entre elas todos os tipos de câncer (devido à redução, pela presença de vitamina D, da produção de citocinas e prostaglandinas responsáveis pela proliferação tumoral (Zmijewski, 2019)) mas, principalmente, os cânceres de sistema digestivo, sistema nervoso central, pulmonar, hematológico e de mamas (Moreira, 2021). Também as doenças cardiovasculares, doenças crônicas e doenças autoimunes (artrite reumatóide, diabetes mellitus tipo 1, esclerose múltipla e lúpus eritematoso sistêmico), além de relatos de comprometimento cognitivo, na maioria das vezes, depressão (Zmijewski, 2019), são outros exemplos.

Nas últimas décadas estudos vem demonstrando os benefícios da suficiência e suplementação da vitamina D na potência muscular, na força e na velocidade dos indivíduos (Kuchuk, 2009; Nikolaos, 2014), também no desempenho neuromuscular e na capacidade aeróbica (Nikolaos, 2014). A vitamina D demonstrou aumentar a força e geração de energia na musculatura esquelética, através da sensibilização dos sítios de ligação do cálcio no retículo sarcoplasmático, intensificando a ação das pontes cruzadas (Dahlquist; Dieter; Koehle, 2015). Sua suficiência pode reduzir significativamente os danos às células musculares induzidos por exercícios (Pilch *et al.*, 2020), assim como já

foi demonstrado a melhora no tempo de recuperação muscular (Bello *et al.*, 2021).

Torna-se importante a suplementação de vitamina D também com o objetivo de preservação da saúde óssea, pois ela diminui o risco de fraturas (Armstrong *et al.*, 2020), já que regula o metabolismo do cálcio, o principal componente mineral do osso (>99%) (Wardle *et al.*, 2021). Como fraturas ósseas por estresse são comuns entre recrutas e militares em treinamento, e o risco de ocorrência das mesmas sofre influência do *status* de vitamina D do indivíduo, reforça, portanto, a necessidade de suplementação profilática como estratégia para mitigar esse risco (Armstrong *et al.*, 2020).

Diante disso, pesquisas têm sido realizadas para investigar a prevalência da hipovitaminose D e os efeitos da sua deficiência e da sua suplementação em diferentes públicos, dentre eles os militares. Nestes últimos, a razão decorre do fato de que estes devem estar sempre preparados para pronta resposta e em condições para o combate. Também em tempos de paz, as atribuições que desempenham exigem elevado nível de saúde física e mental. Tais exigências podem ter efeito deletério em sua saúde, principalmente em contexto operacional, onde o militar está sujeito a maior risco de lesões musculoesqueléticas e estresse.

Recentemente, durante a pandemia de COVID-19 em 2020, outra importante função da vitamina D no organismo humano chamou atenção, qual seja, sua capacidade de agir sobre o sistema imunológico. Já é bem estabelecido que a vitamina D age inibindo e estimulando células de diferentes linhagens, aspecto importante para a manutenção da barreira epitelial e para o amadurecimento celular imunológico. A vitamina D é um potente estimulador de mecanismos responsáveis pela eliminação de patógenos, auxiliando na resposta imune inata, através da prevenção de lesão tecidual associada a inflamação intensa. Não é surpreendente que a ocorrência de infecções virais esteja frequentemente associada à deficiência de vitamina D (Zmijewski, 2019, Medrano *et al.*, 2018).

De posse dessa informação, instituições que elaboraram diretrizes de enfrentamento ao COVID-19 incluíram a suplementação de vitamina D em seus protocolos. A orientação de suplementação decorre devido ao fato de a pandemia de COVID-19 coexistir com uma deficiência global de vitamina D, e

também devido ao isolamento social (*Lockdown*) imposto, que impossibilitou a exposição solar adequada para produção cutânea (Villasis-Keever *et. al.*, 2022).

Tendo sido o *Lockdown* um período que, potencialmente, interferiu no status de vitamina D da população, é importante avaliar qual seu impacto nos militares, visto que estes, junto aos profissionais de saúde, mantiveram uma maior carga horária de trabalho do que a população geral (FAB, 2020), necessitando de preservação da saúde física e mental.

2. OBJETIVOS

- Verificar a prevalência de hipovitaminose D nos militares da Força Aérea Brasileira (FAB) e seus dependentes civis;
- Verificar se há diferença na prevalência de hipovitaminose D entre militares e seus dependentes civis em função do sexo e da faixa etária;
- Avaliar se os fatores sexo, faixa etária, estação do ano e ser militar influenciam na prevalência de hipovitaminose D;
- Avaliar o efeito do *Lockdown* da Pandemia de COVID-19 na prevalência de hipovitaminose D em militares e seus dependentes civis.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 Vitamina D

Embora seja denominada vitamina, conceitualmente se trata de um pré-hormônio. Juntamente com o paratormônio, atua como importante regulador da homeostase do cálcio e do metabolismo ósseo (Maeda, 2014). No entanto, existe evidência de efeitos da vitamina D em outros sistemas (neuromuscular, imune) e na diferenciação celular (sugerindo associação com o câncer) (Moreira *et al.*, 2021).

A vitamina D pode ser obtida a partir de fontes alimentares (Tabela 1), ou por meio da síntese cutânea endógena, que representa a principal fonte dessa “vitamina” para a maioria dos seres humanos (Maeda, 2014).

Tabela 1. Fontes alimentares de vitamina D

Alimento	Porção	Conteúdo de vitamina D por porção (UI)
Salmão selvagem	100g	~600 - 1.000
Salmão de criação	100g	~100 - 250
Sardinha em conserva	100g	~300
Cavala em conserva	100g	~250
Atum em conserva	100g	~230
Óleo de fígado de bacalhau	5ml	~400 - 1000
Gema de ovo	1 unidade	~20
Cogumelos frescos	100g	~100
Cogumelos secos ao sol	100g	~1600

Fonte: Maeda, 2014

Durante a exposição solar, os fótons UVB (ultravioleta B; 290-315nm) penetram na epiderme e produzem uma fragmentação fotoquímica para originar o pré-colecalciferol. Segue-se uma isomerização, dependente da temperatura, que converte esse intermediário em vitamina D. Esta é transportada até o fígado, onde é convertida para 25-hidroxivitamina D [25(OH)D] e, depois para os rins, onde se transforma em 1,25 diidroxi-vitamina D [1,25(OH)2D], este é o metabólito mais ativo, responsável por estimular a absorção de cálcio e fosfato pelo intestino (Maeda, 2014).

Os principais órgãos-alvo para a 1,25(OH)2D são o intestino, o osso, as glândulas paratireoides e os rins. Entretanto, a presença de seus receptores foi demonstrada em vários outros tecidos (Maeda,2014).

3.2 Hipovitaminose D

Há consenso que a 25(OH)D é o metabólito mais abundante e o melhor indicador para avaliação do *status* da vitamina D (Maeda, 2014).

Atualmente, após revisão realizada pelo Comitê do Institute of Medicine dos EUA, em 2010, a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM), em conjunto com a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica / Medicina Laboratorial (SBPC/ML), consideram os indivíduos com valores abaixo de 20ng/mL como deficientes e as dosagens entre 20 e 60 ng/mL como adequadas. Ambas as instituições propõem que idosos, gestantes e pacientes com fatores de risco como osteoporose, síndromes osteometabólicas, hiperparatireoidismo,

insuficiência renal crônica, sarcopenia, síndromes disabsortivas, Diabetes Mellitus tipo 1, doenças autoimunes e câncer mantenham valores acima de 30 ng/mL (Moreira *et al.*, 2021).

A carência dessa vitamina é altamente prevalente em todo o mundo, porém, alguns fatores são associados a menores níveis, como por exemplo, o envelhecimento que leva a menor produção devido à aspectos como exposição reduzida à luz solar (possivelmente refletindo mobilidade e capacidade funcional reduzidas), diminuição da capacidade da pele para produzir vitamina D e menor ingestão de vitamina D na dieta (Premaor; Furlanetto, 2006; Giustina *et al.*, 2023). Outros fatores incluem a incidência solar (populações em zonas de maior latitude e estações do ano com menor radiação UVB tem menor produção cutânea de vitamina D (Maeda *et al.*, 2013)); a cor da pele (pessoas com o tom de pele mais escuro tem a síntese prejudicada de vitamina D devido a presença de maior quantidade de melanina, pois o pigmento é capaz de dissipar 99,9% da radiação UVB absorvida pela pele (Mazzini, 2020)); os hábitos alimentares (são poucos os alimentos fonte de vitamina D e a dieta fornece apenas cerca de 10% da vitamina necessária pelo organismo (Maeda *et al.*, 2014)); e os tipos de vestimenta (populações com maior área do corpo coberta tendem a ter menores níveis de vitamina D circulante por receberem menos radiação UVB na pele (Mazzini, 2020)).

Uma revisão sistemática recente incluiu 96 estudos e concluiu que a prevalência média de deficiência de vitamina D (<20ng/mL) nos países da América do Sul é de 34,76%. Dentre os estudos incluídos, 56 foram realizados no Brasil, em diversos estados, abrangendo todas as regiões do país, e indicando prevalência média de deficiência de vitamina D de 27,5% (Mendes, 2023).

Historicamente, de acordo com Holick (2009), a deficiência de vitamina D como doença teve sua prevalência muito aumentada a partir da revolução industrial do norte da Europa. A falta de exposição solar adequada resultou em uma epidemia de crianças com retardo de crescimento grave e deformidades ósseas comumente conhecidas como raquitismo.

Atualmente, enquanto a associação entre a deficiência de vitamina D com a doença osteomuscular é bem descrita, uma nova visão sobre o papel desta

vitamina nas doenças cardiovasculares, no metabolismo neuroendócrino, no câncer e no diabetes está sendo pesquisada (Fontanive *et al.*, 2020).

3.3 Metodologia para determinação plasmática de 25(OH)D

Os valores séricos de vitamina D são determinados por meio da dosagem de 25(OH)D no sangue, apesar deste não ser o seu metabólito biologicamente funcional (Nascimento *et al.*, 2021).

Segundo Holick (2009) e Premaor e Furlanetto (2006), é utilizada a dosagem da 25(OH)D porque esta mantém concentração sérica constante, permite medida bastante fidedigna e sua meia-vida é de aproximadamente duas a três semanas. Por outro lado, a 1,25(OH)₂D é muito influenciada por mecanismos de retroalimentação, com níveis séricos bastante variados e meia-vida de aproximadamente 6 horas.

Hoje, o principal desafio diagnóstico é não haver uma padronização dos métodos de dosagem, dificultando assim a comparação dos resultados obtidos em diferentes laboratórios e estudos clínicos (Nascimento *et al.*, 2021). Durante a pandemia de COVID-19 essa dificuldade ficou mais evidente, sendo apontada em publicação da Cochrane como uma limitação para a comparação de estudos que avaliavam os benefícios da suplementação de vitamina D em pacientes com infecção pelo vírus (Stroehlein *et al.*, 2021)

O padrão ouro de avaliação é a cromatografia, associada à detecção ultravioleta ou à espectrometria de massa em tandem. Porém, o equipamento necessário para essa avaliação tem um custo muito elevado e é de difícil manutenção. Assim, o meio mais utilizado é a quimioluminescência, um método automatizado, barato, rápido e fácil de executar (Nascimento *et al.*, 2021).

Diante disso, na prática laboratorial observa-se uma variação de até 20% nos resultados dos diferentes métodos utilizados (Moreira *et al.*, 2021). Os ensaios de ligação, como a quimioluminescência, fornecem as concentrações de vitamina D total e dependem muito da especificidade do anticorpo utilizado para que os valores dosados não sejam superestimados. Já os ensaios químicos como a cromatografia, podem fornecer os valores de D₂ e D₃ separadamente (Hollis, 2008). O Vitamin D Standardization Program, dos Estados Unidos da América (EUA) e o Vitamin D External Quality Assessment Scheme, do Reino Unido, são órgãos reguladores de laboratórios que visam uma padronização dos

métodos de dosagem e classificação dos níveis séricos para uma melhor comparação entre os resultados obtidos e os ensaios clínicos (Binkley; Carter, 2017; Carter *et al.*, 2018).

Enquanto não houver essa padronização global e, diante das inconsistências dos resultados para fins de comparação, é importante atentar ao método de dosagem utilizado e comparar estudos que utilizaram a mesma metodologia.

3.4 Vitamina D e faixa etária

O envelhecimento pode ser um fator de risco para diminuição da vitamina D. Ele diminui a capacidade da pele de sintetizar pró-vitamina D, sendo que esta redução não pode ser explicada apenas por uma redução na massa total da epiderme e, também, a ação intestinal da 1,25(OH)₂D encontra-se diminuída com a idade (Premaor; Furlanetto, 2006).

Sobre esse aspecto, MacLaughlin e Holick (1985), avaliando biópsia de pele de pacientes entre 8 e 92 anos, verificaram que há uma diminuição, idade dependente, das concentrações epidérmicas de provitamina D. As amostras de pele foram expostas à radiação UVB, e a comparação entre a quantidade de provitamina D produzida na pele de crianças de 8-18 anos com aquela produzida na pele de indivíduos entre 77-82 anos, mostra que, em idosos, a produção pode ser até duas vezes menor. Need (1993) sugeriu que isso acontece devido a diminuição da espessura da pele com o avançar da idade. Porém, provavelmente, existem outros fatores associados à essa diminuição. Autores como Lanske e Razzaque (2007) já mencionaram que as razões para a população idosa ter maior risco para desenvolver complicações clínicas por hipovitaminose D, além da diminuição de produção devido ao envelhecimento da pele, podem incluir a mudança dos estilos de vida (redução de atividades ao ar livre e aumento da imobilidade), excesso de proteção contra a luz solar (como forma de proteção dos carcinomas da pele) e as mudanças na alimentação que podem levar a menor aporte de vitamina D nessa população.

Por outro lado, um estudo canadense revisou 558 prontuários de pacientes do ambulatório de Endocrinologia do *Mount Sinai Hospital* em Toronto, entre maio de 1997 e dezembro de 1998, sugerindo haver uma outra razão para os idosos precisarem de mais vitamina D. Segundo os autores, jovens e idosos

tem a mesma capacidade de manutenção dos níveis de vitamina D, porém, idosos necessitam de maiores valores séricos para superar o hiperparatireoidismo secundário que surge associado a queda da função renal que acontece com a idade (Vieth; Ladak; Walfish, 2003).

3.5 Vitamina D, latitude e estações do ano

A síntese de vitamina D no organismo depende da irradiação de energia solar na pele. A quantidade de luz UVB em uma localização geográfica depende da distância que o raio de sol tem que viajar através da atmosfera, onde ele pode ser mais ou menos absorvido. Países em latitudes mais próximas ao equador recebem mais luz em comparação aos mais próximos aos polos. O hemisfério Norte está mais inclinado para o sol entre abril e setembro, e o hemisfério Sul, entre outubro e março (Mithal *et al.*, 2009). Portanto, os valores de radiação UVB variam durante o ano, seguindo uma curva sinusoidal, com os maiores índices medidos nos meses do verão e nos horários mais quentes do dia. Dessa forma, também existe uma variação sazonal da concentração sérica de vitamina D, sendo os menores valores detectados na primavera (Maeda *et al.*, 2013). Isso ocorre porque a concentração sérica de vitamina D sofre influência da média de radiação UVB aferida nos 30 a 45 dias prévios a dosagem, conforme demonstrado por Fontanive *et al.* (2020). Assim, os menores valores de vitamina D são verificados na primavera devido aos menores índices de radiação UVB recebidos no inverno.

Assim sendo, tanto a latitude quanto as estações do ano influenciam o grau de radiação solar que uma população pode receber e, conseqüentemente, os níveis de conversão cutânea de vitamina D.

3.6 Vitamina D, imunidade e doenças respiratórias

Somados ao seu principal efeito no metabolismo do cálcio, a vitamina D desempenha outros papéis na fisiologia humana, denominados “ações não-clássicas”, identificados quando receptores de 1,25(OH)₂D foram detectados em diversas linhagens celulares (Medrano *et al.*, 2018). Por exemplo, linfócitos, neutrófilos, monócitos e células dendríticas não apenas expressam receptores de vitamina D e são alvos diretos para 1,25(OH)₂D, mas também ativam 25(OH)D circulante através da hidroxilação.

Os efeitos imunomoduladores da 1,25(OH)₂D incluem a alternância entre a resposta mediada por células (Th1) e a imunidade humoral (Th2), maturação e ativação de macrófagos e a produção de peptídeos antimicrobianos pelas células epiteliais e imunológicas, responsáveis pela destruição do microorganismo invasor (Zmijewski, 2019).

Cannel e colaboradores associam o fato de as infecções virais respiratórias serem mais incidentes nos meses de outono e inverno à menor exposição solar e maior prevalência de hipovitaminose D nessa época do ano (Cannel *et al.*, 2006).

3.7 Vitamina D e desempenho humano

Diversos são os estudos que buscam mostrar os benefícios da suplementação e da suficiência da Vitamina D, evidenciando que ambas as situações têm impacto positivo em diversos componentes do desempenho humano, como a densidade mineral óssea, a capacidade e regeneração muscular e a capacidade aeróbia.

Pilch (2020) dosou mioglobina, interleucina 1-β, lactato desidrogenase e creatina quinase, antes do exercício, 1h e 24h após, de 60 voluntários divididos em 2 grupos, conforme os valores de vitamina D (ótimo = >30ng/mL; subótimo = <30ng/mL). O autor demonstrou que indivíduos com maiores dosagens de colecalciferol tem menores concentrações séricas de metabólitos pró-inflamatórios, no pré e no pós exercício de alta intensidade, evidenciando o efeito protetor e anti-inflamatório desse micronutriente na musculatura.

Já Ceglia (2010) biopsiou o músculo vasto lateral de 21 mulheres com idade acima de 65 anos, antes e após 4 meses de suplementação de 4000UI/dia de vitamina D. Estas foram orientadas a não alterar seus hábitos de atividade física e alimentação, durante o período do estudo. O autor verificou um aumento de 30% na concentração intranuclear de receptores de vitamina D e de 10% no diâmetro da fibra muscular. Isso ocorreu pelo fato da vitamina D mediar a diferenciação, crescimento e regeneração muscular, através do aumento da expressão de fatores miogênicos em células satélites, dentro do músculo, que são particularmente ativos durante a recuperação de um evento traumático para melhorar a restauração estrutural e funcional do músculo (Iolascon, 2021).

O efeito dessa vitamina na capacidade aeróbia se dá por meio da melhoria do volume máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$), fato que ocorre devido ao radical heme presente na CYP (enzimas que ativam a vitamina D), que afeta a capacidade de ligação do oxigênio à hemoglobina. Também a presença de receptores de vitamina D na musculatura cardíaca e no tecido vascular otimizam o transporte e utilização do oxigênio pelos tecidos (Dahlquist; Dieter; Koehle, 2015). No estudo de Jastrzębska *et al.* (2018), após suplementação de 5000UI/dia para 36 jogadores de futebol, durante 8 semanas de treinamento intenso, os atletas demonstraram melhora de 20% nos valores de $VO_2\text{max}$. Resultados semelhantes foram obtidos por Kujach *et al.* (2020), avaliando os efeitos da suplementação de 6000UI/dia, também por 8 semanas, no $VO_2\text{max}$ de 28 homens, universitários, fisicamente ativos, demonstrando que o delta $VO_2\text{max}$ teve diferença significativa quando comparados os grupos de intervenção e placebo. Neste sentido, Most *et al.* (2021), em seu estudo com 112 atletas profissionais, mostrou que os indivíduos com níveis suficientes de vitamina D atingiram capacidades aeróbicas máximas maiores do que os com valores insuficientes desse micronutriente (respectivamente $3,85 \pm 0,46$ e $3,18 \pm 0,64$ W/kg com $p=0,049$). Os autores identificaram também a vitamina D como único preditor independente da potência aeróbia máxima desses atletas, destacando o impacto da 25(OH)D no desempenho físico.

3.8 Vitamina D e militares

Em uma Carta ao Editor, Fogleman *et al.* (2022), médicos da Marinha Americana, apontaram as barreiras que os militares enfrentam para obter Vitamina D adequada por meio da exposição solar, como por exemplo, área insuficiente de superfície corporal exposta, devido aos requisitos dos uniformes e trabalho em ambientes internos ou outros ambientes protegidos da luz solar. Referem, também, que a hipovitaminose D é subdiagnosticada e subtratada no meio militar, levando a implicações importantes para a saúde, prontidão do combatente e custos para a Força.

Infelizmente, a baixa exposição ao sol é difícil de compensar com a dieta, pois são poucos os alimentos que contém vitamina D. No caso dos militares, um estudo conduzido pelo exército americano, avaliando 587 diários alimentares, mostrou que 55% dos homens e 70% das mulheres ingerem menos de 33% dos

valores de referência diários recomendados de vitamina D, considerada sua principal deficiência nutricional (Lutz *et al.*, 2019).

Da mesma forma que no meio civil, nas Forças Armadas de diferentes países também existe variação da hipovitaminose D. Nos EUA, a prevalência atinge cerca de 50% dos militares (Hiserote *et al.*, 2016; McCarthy *et al.*, 2019) e, na Europa, em torno de 75% deles (Henriques; Soares; Sacadura-Leite, 2022). Um estudo conduzido por Lutz *et al.* (2012) demonstrou que, além de alta a prevalência de hipovitaminose D, durante o treinamento militar os valores de vitamina D tendem a cair. Foi realizada uma dosagem no início do treinamento e outra ao final, mostrando diminuição de 8% nos resultados ao término. O mesmo foi relatado por Ööpik *et al.* (2017), em avaliação dos recrutas do exército da Estônia, verificando, inicialmente, 42,6% de deficiência do micronutriente e, após 15 semanas de treinamento, 91,5%.

A hipovitaminose D foi apontada como principal fator de risco para lesões osteomusculares durante treinamento operacional, risco este conhecidamente alto (Fogleman *et al.*, 2022). Sabe-se que as doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo lideram os motivos de absenteísmo por doença entre militares, sendo responsáveis por aproximadamente 37,8% das licenças médicas (Turatti *et al.*, 2017). Dentre as lesões que levam ao afastamento, as fraturas por estresse, associadas ao uso excessivo e atividades físicas não habituais durante o treinamento militar básico, estão entre as mais comuns e podem afetar até 5% dos recrutas do sexo masculino e 21% das recrutas do sexo feminino (Gaffney-Stomberg, 2019). A suplementação de vitamina D mostrou reduzir em 20% a incidência desse tipo de fratura, comparando militares suplementados a militares que receberam placebo, durante os 24 meses de treinamento (Lappe *et al.*, 2008). A suplementação de vitamina D é a prescrição que mais cresce nessa população, mostrando um aumento de 454% entre os anos de 2007 e 2011, conforme avaliação realizada em uma farmácia militar dos EUA (Morioka *et al.*, 2015).

Objetivando avaliar os efeitos da suplementação de Vitamina D nas concentrações séricas de 25-hidroxivitamina D e influências na saúde musculoesquelética, Sivakumar, Koziarz e Farrokhyar (2019), conduziram uma revisão sistemática, que incluiu 4 estudos, e concluiu que o benefício da suplementação somente ocorre em doses maiores que 2000UI/dia.

Com o conhecimento dessas informações, há um incentivo para que as Forças Armadas de cada país incluam a dosagem rotineira e a suplementação de vitamina D em seus protocolos de saúde e prontidão para os militares. Nesse sentido, nos EUA foi criada a “Performance Readiness Bar” que, entre outros nutrientes, inclui 2.000UI de vitamina D a ser consumida diariamente, por militares em treinamento (Fogleman *et al.*, 2022). Até o momento, que seja do nosso conhecimento, não existem estudos publicados que avaliaram o impacto dessa intervenção na operacionalidade. A criação da barra de nutriente foi baseada no trabalho de Lappe *et al.* (2008), citado anteriormente, que mostrou reduzir o índice de fraturas por estresse com a suplementação, conforme mencionado no *site* do exército americano (https://www.army.mil/article/263862/performance_readiness_bars_prevent_stress_fractures). Já na Europa, um editorial sobre a otimização do desempenho humano operacional incluiu a suficiência da Vitamina D entre as recomendações (Nindl; Kyröläinen, 2022).

3.9 Vitamina D e militares brasileiros

No Brasil ainda não foram realizados estudos que lancem luz sobre o *status* da vitamina D entre militares das Forças Armadas. As pesquisas existentes são extremamente escassas e foram realizadas com amostras de conveniência e com militares das forças auxiliares (Fontanive *et al.*, 2020; Oliveira, 2009)

Oliveira (2009) avaliou a ingestão de vitamina D de 280 policiais militares, por meio de recordatório alimentar. Foi observado que esta não atingiu a recomendação mínima proposta, principalmente nos indivíduos com maior circunferência abdominal, hipertrigliceridemia e hipertensão arterial. O autor sugere que a síndrome metabólica observada nessa população pode estar relacionada a baixa ingestão de colecalciferol.

Já Fontanive *et al.* (2020) avaliou as dosagens de 25(OH)D de 71 policiais militares, nas 4 estações do ano. Foi constatada sazonalidade na 25(OH)D, com maior prevalência de hipovitaminose no outono. Não foram observadas associações entre níveis de vitamina D com o índice de massa corporal e com o percentual de gordura corporal.

Como pode ser observado, não é possível a comparação entre os resultados dos dois estudos devido às diferentes metodologias empregadas. Assim, é necessário um estudo que reúna dois aspectos fundamentais - a dosagem dos valores de vitamina D e uma amostra representativa de militares das Forças Armadas. Os resultados serão úteis para mostrar qual a situação de deficiência ou adequabilidade do nutriente nesse público, e servirá como base para futuras pesquisas que visem avaliar a necessidade de suplementação e seus resultados nessa população. Servirá, também, como base para elaboração de protocolos de intervenção, criando mecanismos de prevenção em consonância com padrões adotados nas melhores Forças Armadas mundiais.

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa e aspecto ético

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, descritivo e exploratório, por meio de dados secundários, oriundos de prontuários do Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Central da Aeronáutica (LAC/HCA) de militares e seus dependentes.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos Hospital de Força Aérea do Galeão, CAAE: 65642222.9.00005250, número do parecer: 5.801.766, atendendo a legislação brasileira para pesquisa com seres humanos e de acordo com a declaração de Helsinque.

4.2 Procedimento de coleta dos dados

O banco de dados do LAC/HCA foi acessado por pessoa devidamente designada pela chefia, que coletou as informações disponíveis do período de janeiro de 2018 (momento em que se iniciou o registro eletrônico no HCA) a dezembro de 2022. Para resguardar a privacidade, o número de cada prontuário foi substituído por uma combinação aleatória de números.

Além dos valores de vitamina D de cada indivíduo, também foram coletadas informações sobre ocupação (militar ou civil), sexo, idade e mês da dosagem, que foram utilizadas em associação com as dosagens de vitamina D.

4.3 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos indivíduos de 18 a 60 anos, de ambos os sexos, sendo diferenciados nas categorias “militar” ou “civil”. Para os indivíduos que tinham mais de uma dosagem registrada, foi considerado somente o primeiro valor, a fim de evitar efeito de algum possível tratamento realizado entre as dosagens. Prontuários sem menção de categoria ocupacional (militar ou civil), sem registro de idade ou de sexo foram excluídos.

4.4 Classificação das variáveis

No LAC/HCA as dosagens de Vitamina D são feitas através da técnica de quimioluminescência, com o kit de dosagem *LIAISON® 25 OH Vitamin D TOTAL Assay*.

Para análise dos dados, os valores das dosagens foram distribuídos em três categorias: Deficiência (<20 ng/mL); Insuficiência (entre 20-29,99 ng/mL); Suficiência (≥ 30 ng/mL).

Embora diferentes das categorias preconizadas pela SBEM e SBPC/ML, são estes os valores de referência adotados pelo HCA, em conformidade com o Consenso de Especialistas Europeus (Pludowski *et al.*, 2022). Assim, a partir dos resultados de cada exame, o *status* de vitamina D de cada indivíduo foi considerado Deficiente, Insuficiente ou Suficiente.

A variável idade foi apresentada em faixas etárias de 18 a 29 anos, de 30 a 39 anos, de 40 a 49 anos e de 50 a 60 anos, para facilitar a interpretação dos resultados.

As estações do ano foram consideradas com base no mês em que o exame foi realizado, pelo fato de não haver registro do dia em que a amostra de sangue foi coletada. Dessa forma, as estações foram divididas em verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro).

Para avaliação do efeito da pandemia de COVID-19 no *status* de vitamina D dos indivíduos, foram considerados os valores aferidos antes, durante e depois do período de Lockdown. Esse período foi considerado como o período de suspensão de atividades comerciais e restrição total de contato social na cidade do Rio de Janeiro, com início em 16 de março de 2020 (RIO DE JANEIRO,

2020a) e término em 04 de agosto de 2020 (RIO DE JANEIRO, 2020b), conforme publicações do Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro.

4.5 Análise estatística

Os níveis de vitamina D foram avaliados quando à distribuição da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, não sendo observada normalidade. Os dados são apresentados em termos de média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartil para as variáveis numéricas, e em percentual para as variáveis categóricas. Os intervalos de confiança foram reportados, havendo diferença em algum parâmetro quando estes não se sobrepõem. Para avaliação das diferenças estatísticas entre os valores medianos de vitamina D utilizou-se o teste de Man-Whitney.

Modelos de regressão logística multinomial foram construídos para verificar a associação entre status de vitamina D (desfecho) e os parâmetros sexo, faixa etária, período de pandemia e estação do ano (variáveis exploratórias) no público militar e civil. Foram estimados os odds ratios (OR) e seus respectivos intervalos de confiança a 95 % (IC 95%) para cada variável exploratória, sendo o modelo múltiplo ajustado para todas as variáveis. O status suficiência em vitamina D foi utilizado como referência. Todas as análises foram realizadas com o pacote de software estatístico Stata versão 13.0, sendo consideradas as diferenças estatisticamente significativas quando p inferior a 0,05.

5. RESULTADOS:

De um total de 68.465 exames coletados entre 2018 e 2022, após serem aplicados os critérios de inclusão e exclusão, restaram dados de 15.651 indivíduos. Destes, 6.162 ($43,54 \pm 11,91$ anos) eram militares da FAB e 9.399 ($42,42 \pm 12,86$ anos) eram dependentes civis. As características destes indivíduos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da amostra de militares da Força Aérea Brasileira e dependentes civis no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).

Variáveis	Total	Civil	Militar
	N (%)	N (%)	N (%)
Sexo			
Masculino	5015 (32,23)	744 (7,92)	4271 (69,31)
Feminino	10546 (67,77)	8655 (92,08)	1891 (30,69)
Faixa etária (anos)			
18 – 29	2973 (19,11)	2069 (22,01)	904 (14,67)
30 – 39	3252 (20,90)	1632 (17,36)	1620 (26,29)
40 – 49	3225 (20,72)	2006 (21,34)	1219 (19,78)
50 - 60	6111(39,27)	3692 (39,29)	2419 (39,26)
Pandemia			
Pré <i>Lockdown</i>	7962 (51,17)	5080 (54,05)	2882 (46,77)
<i>Lockdown</i>	466 (2,99)	279 (2,97)	187 (3,03)
Pós <i>Lockdown</i>	7133 (45,84)	4040 (42,98)	3093 (50,20)
Estação do ano			
Inverno	4432 (28,48)	2669 (28,40)	1763 (28,61)
Outono	3622 (23,28)	2195 (23,35)	1427 (23,16)
Primavera	3768 (24,21)	2263 (24,08)	1505 (24,42)
Verão	3739 (24,03)	2772 (24,17)	1467 (23,81)

N= número de indivíduos; %: percentual.

Os níveis de vitamina D da amostra foram respectivamente $26,30 \pm 8,62$ e $24,31 \pm 8,40$ ng/mL para militares e civis, sendo o *status* desta vitamina apresentado na Tabela 3. A prevalência de deficiência foi significativamente maior entre os civis em comparação aos militares ($p=0,01$), enquanto a suficiência foi significativamente maior entre os militares ($p=0,01$). Já a prevalência de insuficiência de vitamina D foi independente da condição ser civil ou militar, sendo estatisticamente igual entre ambos. Avaliando as medianas de vitamina D, observa-se que há diferença em todos os status entre civis e militares.

Tabela 3. Status de vitamina D segundo condição de ser civil ou militar da Força Aérea Brasileira no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).

Status Vitamina D	Civil			Militar		
	% (IC)	$\mu \pm DP$	Med (IQ)	% (IC)	$\mu \pm DP$	Med (IQ)
Deficiencia (< 20ng/mL)	29,9 (29,0-30,8)	15,3 \pm 3,17	16,0 (5,0)*	21,3 (20,3-22,3)	15,6 \pm 2,98	16,0 (4,0)*
Insuficiencia (20 a 29,99ng/mL)	46,4 (45,4-47,4)	24,2 \pm 2,77	24,0 (5,0)*	47,6 (46,3-48,9)	24,5 \pm 2,80	24,0 (5,0)*
Suficiencia (30 a 60ng/mL)	23,7 (22,9-24,6)	35,9 \pm 5,78	34,0 (7,0)*	31,1 (30,0-32,3)	36,4 \pm 5,92	35,0 (7,0)*

%; percentual; IC: intervalo de confiança; μ : média; DP: desvio padrão; Med (mediana); IQ: intervalo interquartil

* Diferença estatística ($p < 0,05$) em cada status de vitamina D entre civis e militares avaliado pelo teste de Man-Whitney.

A Tabela 4 apresenta a caracterização do *status* de vitamina D dos militares e dependentes civis. Observa-se que, quando se compara, por meio dos intervalos de confiança, o *status* de vitamina entre civis e militares, tanto no sexo masculino quanto no feminino, as prevalências de deficiências foram significativamente maiores entre os civis. Já para insuficiência e suficiência as prevalências foram diferentes apenas entre os homens. Quanto à faixa etária, as prevalências foram estatisticamente diferentes entre civis e militares para deficiência (maior em civis) e suficiência (maior em militares) em vitamina D. No período de lockdown ocorreu uma maior prevalência de deficiência de vitamina D entre os civis, assim como uma menor prevalência de suficiência em vitamina D. Já entre os militares no período de lockdown a prevalência de deficiência foi estatisticamente superior a encontrada no pós-lockdown. No verão ocorreu tanto entre militares quanto entre civis as menores prevalências de deficiência de vitamina D, assim como a maior prevalência de suficiência entre os militares.

Os fatores associados ao *status* de vitamina D são apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente para civis e militares. Entre os civis verificou-se que após ajustes, as mulheres apresentaram 1,39 vezes mais chances de insuficiência de vitamina D. O aumento da faixa etária é fator protetor para deficiência de vitamina D, diminuindo as chances de ocorrência desta, respectivamente, de 19%, 18% e 42% para as faixas de 30 a 39 anos, 40 a 49 anos e 50 a 60 anos. Já para insuficiência, estar na faixa etária de 50 a 60 anos diminuiu as chances de ocorrência em 24%. As chances de deficiência de vitamina D foram 1,58 maiores no período de lockdown, enquanto no período pós lockdown essas chances diminuíram 19%. O outono e o verão diminuíram as chances de deficiência ($p < 0,01$) e insuficiência de vitamina D ($p < 0,05$). Para os militares após ajustes, as mulheres apresentaram 1,59 e 1,27 vezes mais chances, respectivamente, de deficiência e insuficiência de vitamina D. As chances de insuficiência de vitamina D no período pós lockdown diminuiu 44%. O outono e o verão diminuíram as chances de deficiência e insuficiência de vitamina D ($p < 0,05$).

Tabela 4. Caracterização do *status* de vitamina D em militares da Força Aérea Brasileira e dependentes civis no período de 2018 a 2022. Rio de Janeiro, Brasil, 15561 indivíduos (2018-2022).

Variáveis	Deficiência (< 20 ng/mL)		Insuficiência (20 a 29,99 ng/mL)		Suficiência (30 a 60ng/mL)	
	Civil % (IC)	Militar % (IC)	Civil % (IC)	Militar % (IC)	Civil % (IC)	Militar % (IC)
Sexo						
Masculino	30,9 (27,7-34,3)	19,5 (18,3-20,7)	41,5 (38,0-45,1)	46,9 (45,4-48,4)	27,6 (24,4-30,9)	33,6 (32,2-35,0)
Feminino	29,8 (28,9-30,8)	25,3 (23,4-27,3)	46,8 (45,8-47,9)	49,1 (46,9-51,4)	23,4 (22,5-24,3)	25,6 (23,7-27,6)
Faixa etária (anos)						
18 – 29	34,0 (32,0-36,1)	22,8 (20,2-25,6)	45,4 (43,2-47,6)	47,3 (44,1-50,6)	20,6 (18,9-22,4)	29,9 (27,0-32,9)
30 – 39	31,1 (28,9-33,3)	22,0 (20,0-24,1)	46,1 (43,7- 48,6)	50,9 (48,5-53,3)	22,8 (20,8-24,9)	27,1 (25,0-29,3)
40 – 49	30,5 (28,5-32,6)	22,5 (20,2-25,0)	47,4 (45,2-49,6)	47,7 (44,9-50,5)	22,1 (20,3-24,0)	29,8 (27,3-32,4)
50 - 60	26,8 (25,3-28,2)	19,6 (18,1-21,3)	46,5 (44,9-48,1)	45,3 (43,3-47,3)	26,7 (25,3-28,2)	35,0 (33,2-37,0)
Pandemia						
Pré <i>Lockdown</i>	30,7 (29,5-32,0)	24,5 (22,9-26,1)	45,7 (44,3-47,1)	45,0 (43,2-46,9)	23,6 (22,4-24,7)	30,5 (28,9-32,2)
<i>Lockdown</i>	41,2 (35,6-47,1)	25,7 (19,9-32,4)	42,3 (36,7-48,2)	48,1 (41,0-55,3)	16,5 (12,6-21,3)	26,2 (20,4-33,0)
Pós <i>Lockdown</i>	28,1 (26,7-29,5)	18,0 (16,7-19,4)	47,5 (46,0-49,1)	49,9 (48,1-51,6)	24,4 (23,1-25,7)	32,1 (30,4-33,8)
Estação do ano						
Inverno	33,1 (31,4-35,0)	23,1(21,2-25,2)	45,6 (43,8-47,5)	50,1 (47,8-52,5)	21,2 (19,7-22,8)	26,7 (24,7-28,8)
Outono	29,2 (27,4-31,2)	22,0 (19,9-24,2)	44,8 (42,8-46,9)	45,4 (42,8-48,0)	25,9 (24,1-27,8)	32,6 (30,2-35,1)
Primavera	32,5 (30,6-34,5)	24,0 (22,0-26,3)	46,2 (44,2-48,3)	48,9 (46,4-51,4)	21,3 (19,6-23,0)	27,0 (24,9-29,3)
Verão	24,1(22,4-25,9)	15,5 (13,7-17,4)	48,9 (46,9-51,0)	45,2 (42,7-47,8)	27,0 (25,2-28,8)	39,3 (36,9-41,9)

Tabela 5. Regressão logística multinomial do status de vitamina D (categoria de referência: suficiência) e fatores associados em dependentes civis. Rio de Janeiro, Brasil, 9399 indivíduos (2018-2022).

	Modelo Bruto						Modelo Ajustado					
	Deficiência			Insuficiência			Deficiência			Insuficiência		
	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor
Sexo			<0,20			0,01						
Masculino	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
Feminino	1,14	0,94-1,38		1,33	1,10-1,60		1,23	1,00-1,50	0,05	1,39	1,15-1,68	0,01
Faixa etária (anos)			<0,01			0,01						
18 – 29	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
30 – 39	0,82	0,69-0,99		0,92	0,78-1,09		0,81	0,68-0,97	0,02	0,90	0,76-1,07	0,24
40 – 49	0,84	0,70-0,99		0,97	0,83-1,14		0,82	0,69-0,98	0,02	0,95	0,81-1,12	0,53
50 - 60	0,60	0,52-0,70		0,79	0,69-0,91		0,58	0,50-0,68	<0,01	0,76	0,66-0,88	<0,01
Pandemia			0,04			0,89						
Pré <i>Lockdown</i>	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
<i>Lockdown</i>	1,92	1,35-2,72		1,32	0,93-1,87		1,58	1,10-2,25	0,01	1,25	0,88-1,78	0,22
Pós <i>Lockdown</i>	0,88	0,79-0,99		1,00	0,91-1,12		0,81	0,72-0,91	<0,01	0,98	0,88-1,08	0,65
Estação do ano			<0,01			0,17						
Inverno	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
Outono	0,72	0,62-0,84		0,80	0,70-0,93		0,73	0,63-0,85	<0,01	0,81	0,70-0,94	0,01
Primavera	0,98	0,84-1,14		1,01	0,87-1,17		1,03	0,88-1,20	0,74	1,02	0,88-1,19	0,76
Verão	0,57	0,49-0,67		0,84	0,73-0,97		0,58	0,50-0,68	<0,01	0,85	0,74-0,98	0,03

Deficiência(< 20 ng/mL); Insuficiência (20 a 29,99 ng/mL).

OR: Odds ratio; IC: intervalo de confiança.

Tabela 6. Regressão logística multinomial do status de vitamina D (categoria de referência: suficiência) e fatores associados em militares da Força Aérea Brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, 6162 indivíduos (2018-2022).

	Modelo Bruto						Modelo Ajustado					
	Deficiência			Insuficiência			Deficiência			Insuficiência		
	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor	OR	IC	p-valor
Sexo			<0,01			<0,01			-			-
Masculino	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
Feminino	1,70	1,46-1,98		1,38	1,21-1,57		1,59	1,34-1,88	<0,01	1,27	1,10-1,47	0,01
Faixa etária (anos)			<0,01			<0,01			-			-
18 – 29	1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-
30 – 39	1,07	0,84-1,34		1,18	0,98-1,44		1,03	0,82-1,30	0,78	1,15	0,95-1,40	0,15
40 – 49	0,99	0,78-1,26		1,01	0,83-1,23		1,12	0,88-1,43	0,36	1,06	0,87-1,30	0,57
50 - 60	0,73	0,59-0,91		0,81	0,68-0,97		0,87	0,69-1,08	0,21	0,88	0,74-1,06	0,19
Pandemia			<0,01			0,39			-			-
Pré Lockdown	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
Lockdown	1,22	0,81-1,84		1,24	0,87-1,78		1,01	0,66-1,53	0,98	1,09	0,76-1,57	0,64
Pós Lockdown	0,70	0,61-0,81		1,05	0,94-1,18		0,66	0,57-0,77	<0,01	1,02	0,90-1,15	0,79
Estação do ano			<0,01			<0,01			-			-
Inverno	1,00	-		1,00	-		1,00	-	-	1,00	-	-
Outono	0,78	0,64-0,95		0,74	0,63-0,87		0,77	0,63-0,94	0,01	0,74	0,63-0,87	<0,01
Primavera	1,03	0,85-1,25		0,96	0,82-1,14		1,07	0,88-1,30	0,51	0,97	0,82-1,15	0,71
Verão	0,45	0,37-0,56		0,61	0,52-0,72		0,43	0,35-0,53	<0,01	0,61	0,52-0,72	<0,01

Deficiência (< 20 ng/mL); Insuficiência (20 a 29,99 ng/mL).

OR: Odds ratio; IC: intervalo de confiança

6. DISCUSSÃO

Neste estudo, verificamos que os níveis de vitamina D entre os militares distribuem-se da seguinte forma: 21,3% de deficiência, 47,6% de insuficiência e 31,1% de suficiência. Esse perfil de distribuição apresenta-se significativamente mais favorável do que aquele apresentado pela população de civis dependentes avaliada, qual seja, 29,9%, 46,4% e 23,7%, respectivamente. Os valores encontrados na população civil coincidem com os encontrados por Mendes *et al.* (2023) em revisão sistemática que avaliou as características da hipovitaminose D na América do Sul, este observou que entre as latitudes 11°S e 30°S a prevalência de dosagens <20ng/mL é 30,2%. Importante destacar que a presente pesquisa foi realizada na cidade do Rio de Janeiro, que se localiza a 22°54'13" S. Henriques, Soares e Sacadura-Leite (2022), em um estudo muito semelhante a este, porém realizado com militares portugueses, também obteve melhores níveis de vitamina D entre os militares (34,6% deficiência, 40,1% insuficiência e 25,2% suficiência), já o *status* dos civis avaliados (41,1%, 35,4% e 23,5%) ficou mais próximo do que é encontrado na população portuguesa adulta em geral (66,6%, 29,8% e 3,6%).

Os dados mostram que o nível de suficiência na população militar é baixo, visto que enfrentam barreiras para conversão cutânea de vitamina D como, por exemplo, o uso de fardamento cobrindo praticamente todo o corpo e o trabalho realizado em ambiente fechado, conforme já observado por Fogleman *et al.* (2022), em sua Carta ao Editor, publicada em revista militar americana. Além disso, enfrentam também dificuldade na obtenção alimentar de vitamina D, devido a sua baixa ingestão em relação aos valores diários recomendados, conforme mostrado por Lutz *et al.* (2019) em estudo que comparou as refeições dos militares com as tabelas de valores de referência alimentar de diversos nutrientes. Porém, por conta das exigências do trabalho militar, infere-se que os mesmos têm maior consciência da necessidade de preparo físico e prontidão, tendem a adotar mais comportamentos de promoção da saúde, além de realizarem consultas médicas e exames laboratoriais com maior periodicidade. Segundo dados do Sistema de Saúde Militar dos EUA, os militares da ativa fazem, aproximadamente, 13 consultas ambulatoriais em 1 ano, sendo que 30,9% destas são para avaliações de rotina (MHS, 2020). Além disso, 69% desses militares usam algum tipo de suplemento alimentar, sendo que 50%

correspondem a polivitamínicos (Knapik *et al.*, 2018). Foi observado que a vitamina D foi a prescrição que mais cresceu ao longo dos 9 anos, conforme pesquisa realizada por Knapik *et al.* (2016), que avaliaram a dispensação de medicamentos por uma farmácia militar nos EUA. O estudo revela que, em 2005, foram 469 receitas e, em 2013, 25.786. No presente estudo, por conta da não integração dos bancos de dados das instituições, a ausência de informações sobre os hábitos do militar, ambiente de trabalho, alimentação, cor da pele, suplementação, avaliações de saúde e comorbidades não permite fazer afirmações mais robustas sobre a amostra.

Quanto aos fatores associados, observou-se que as mulheres, tanto civis quanto militares, apresentam mais chance de terem valores de vitamina D abaixo do recomendado (>30 ng/mL). No que diz respeito ao sexo, Henriques, Soares e Sacadura-Leite (2022) encontraram níveis maiores de vitamina D nos homens civis e menor chance de hipovitaminose D entre as mulheres militares. Comparando o *status* de vitamina D de casais casados, Elshafie, Al-Khashan e Mishriky (2012) observaram 70% de deficiência entre as mulheres e 40% entre os homens. Sobre essa questão não há concordância na literatura, pois estudos mostram níveis menores nas mulheres (McClung; Gaffney-Stomberg; Lee, 2014) e outros apontam os homens como os mais deficientes (Al Quaiz *et al.*, 2018). O consenso é que isso depende da idade da população, da composição corporal, da região onde habitam, dos hábitos de vestimenta e da alimentação.

Em relação a faixa etária verificou-se, na população civil, um efeito protetor da idade no *status* deficiente e insuficiente, contradizendo a literatura que afirma ser a idade um fator de risco para hipovitaminose D (Premaor; Furlanetto, 2006; Need *et al.*, 1993). Semelhante ao que ocorre com os militares, os indivíduos de faixas etárias mais elevadas têm maior preocupação com a manutenção da saúde do que os mais jovens, e apresentam maior prevalência de comorbidades, o que os leva a mais visitas ambulatoriais, uso de medicamentos e suplementos (Knapik *et al.*, 2018). Uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2019, mostrou que 17,3 milhões de pessoas haviam procurado a Atenção Básica de Saúde nos últimos 6 meses e, destes, 35,8% tinham entre 40 e 59 anos (IBGE, 2021). O IBGE também revelou que, quanto maior a idade, maior é a ingestão de alimentos *in natura*, como frutas, legumes e carnes, e menor a ingestão de açúcares, sódio e produtos

industrializados. Por último, também destacou que 10,5% da população adulta e 17,4% da população idosa faz uso de polivitamínicos (IBGE, 2020). Provavelmente a idade em si não seja um fator protetor para a hipovitaminose D, mas sim o uso de artifícios, pelas faixas etárias mais elevadas, que ajudam a neutralizar o fator de risco idade. Porém, assim como na população militar, não temos esses dados que ajudariam a esclarecer esse aspecto na amostra.

Em relação à época do ano, devemos considerar que a vitamina D é uma molécula sintetizada pela pele, através de uma reação catalisada pela radiação UVB, e que, portanto, sofre influência do movimento de rotação da Terra que gera as estações do ano (Maeda *et al.*, 2013). A cidade do Rio de Janeiro possui clima tropical, com temperatura anual média de 24°C e, mesmo nos meses mais frios, as temperaturas se mantêm acima de 18°C, a irradiância (quantidade de energia por área) UVB diária em torno de 20° de latitude aumenta cerca de 25% no verão e diminui de 30% no inverno, em relação aos períodos de primavera/outono. (CPTEC/INPE, 2010). Em nosso estudo, verificamos que o verão e o outono diminuem significativamente as chances de deficiência e insuficiência de vitamina D, tanto em civis quanto em militares, o que vai ao encontro do que foi verificado na revisão sistemática de Mendes *et al.* (2023). Isso pode ser explicado pelo fato de que os valores aferidos de vitamina D, em determinado momento, tem excelente correlação com os valores médios de radiação UVB apresentados na estação anterior (Maeda *et al.*, 2013; Fontanive *et al.* 2020). Observou-se também uma dissincronia de 30 a 60 dias entre a aferição da radiação UVB e seus efeitos nos níveis séricos de Vitamina D (Need *et al.*, 1993; Pasco *et al.*, 2004).

Ainda considerando os efeitos da diminuição da exposição a radiação UVB no *status* de vitamina D, observamos que durante o período de *Lockdown* da pandemia de COVID-19, as chances de hipovitaminose aumentaram 58% entre os civis e não houve diferença significativa entre os militares. Essa diminuição de vitamina D na população civil se deu, provavelmente, pelo isolamento social imposto pela pandemia, onde os cidadãos foram afastados do trabalho, das instituições de ensino e da circulação em ambientes públicos e ao ar livre. Já os militares sofreram restrições menos rigorosas, pois continuaram trabalhando em um esquema denominado “Forças em Alerta” (FALERT), onde o efetivo comparecia ao trabalho, mas por um terço do tempo (FAB, 2020). Após o

Lockdown, foi observado, tanto entre os militares quanto entre os civis, uma diminuição das chances de deficiência em 44% e 19%, respectivamente. Essa melhora provavelmente pode ser atribuída, além do retorno à exposição solar, à inclusão da suplementação de vitamina D nos protocolos de enfrentamento do COVID-19. Esse aspecto levantou muita polêmica e discussão durante a pandemia, porém, a população, assustada, utilizou-se de todo e qualquer artifício apontado como eficaz para prevenção, mesmo sem comprovação. Um estudo que suplementou 4000UI de vitamina D em indivíduos com alta exposição ao vírus, verificou taxa de infecção significativamente menor no grupo suplementado em comparação ao grupo sem suplementação - 6,4 e 24,5%, respectivamente. Porém, os autores afirmam que o benefício independe do *status* de vitamina D do indivíduo, mas depende da suplementação diretamente e da elevação dos níveis séricos da vitamina (Villasis-Keever *et al.*, 2022). Zmijewski (2019) justifica esse benefício considerando que a vitamina D inibe a proliferação e induz a diferenciação das células imunológicas de diferentes linhagens, sendo essencial para a regeneração da barreira epitelial, bem como para a maturação das células do sistema imunológico. No entanto, até o final da pandemia, não ficou estabelecido dose de suplementação, momento da introdução e nem tempo de tratamento (Stroehlein *et al.*, 2021).

7. LIMITAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

O estudo teve como principal limitação, é importante mencionar, novamente, a ausência de informações relevantes dos sujeitos como, por exemplo, cor da pele, comorbidades, hábitos alimentares e de atividade física, uso de suplementação, medidas antropométricas, se militares da ativa ou da reserva e ambiente de trabalho (operativo ou administrativo), o que limitou as inferências realizadas. Apesar disso, ressaltamos que o presente estudo apresenta como ponto forte o tamanho da amostra, a inclusão de grande número de indivíduos morando na mesma região e que fizeram a dosagem no mesmo laboratório, permitindo assim melhor comparação entre eles, além de diminuir o risco de viés de seleção. O risco de viés de confundimento foi mitigado com a análise de regressão e ajuste das variáveis.

Pelo que nos é dado conhecer, essa pesquisa foi a primeira destinada a avaliar o *status* de vitamina D de militares brasileiros e seus dependentes civis,

e os fatores associados à hipovitaminose, lançando luz sobre o problema e abrindo espaço para pesquisas futuras.

8. CONCLUSÃO

Foram apresentados dados do *status* de vitamina D de militares da Força Aérea Brasileira e de seus dependentes, civis. Encontramos alta prevalência de hipovitaminose D nos militares, 68,9%, entre tanto, estes apresentam menor risco de deficiência e insuficiência do que os civis. Verificamos que os fatores que contribuem para melhor *status* de vitamina D, ou seja, a suficiência, são o sexo masculino, ser militar, a faixa etária mais elevada, assim como as estações do ano de verão e outono.

Durante o *Lockdown* o risco de insuficiência e deficiência aumentou significativamente e após esse período o risco diminuiu, atingindo valores melhores que no período pré pandemia.

Mesmo observando que militares têm melhores níveis de vitamina D em relação aos civis, o *status* dessa vitamina entre os militares causa preocupação devido a suas demandas físicas e mentais apontando a necessidade de considerar medidas individuais e coletivas para aumentar a prevalência de suficiência nesta população, tais como, dosagens periódicas, protocolos de suplementação e incentivo a alimentação e exposição solar.

REFERÊNCIAS

ALQUAIZ, A.M. *et al.* Age and gender differences in the prevalence and correlates of vitamin D deficiency. **Archives of Osteoporosis**. v. 13, n. 1, p. 49, 2018. DOI: 10.1007/s11657-018-0461-5.

ARMSTRONG, R. A. *et al.* Low serum 25-hydroxyvitamin D status in the pathogenesis of stress fractures in military personnel: An evidenced link to support injury risk management. **PLoS ONE**, v. 15, n. 3, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0229638.

BELLO, H. J. *et al.* Effects of Vitamin D in Post-Exercise Muscle Recovery. A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, 2021. DOI: 10.3390/nu13114013.

BINKLEY, N., CARTER, G. D. Toward clarity in clinical vitamin D status assessment: 25(OH)D assay standardization. **Endocrinology & Metabolism Clinics of North America**, v. 46, n. 4, p. 885-899, 2017. DOI: 10.1016/j.ecl.2017.07.012.

CANNELL, J.J. *et al.* Epidemic influenza and vitamin D. **Epidemiology & Infection**, v. 134, n. 6, p. 1129-40, 2006. DOI: 10.1017/S0950268806007175.

CARTER, G. D. *et al.* Hydroxyvitamin D assays: an historical perspective from DEQAS. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v. 177, n. 30, 2018. DOI: 10.1016/j.jsbmb.2017.07.018.

CEGLIA, L. Vitamin D and Its Role in Skeletal Muscle. **Current Opinion on Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 12, n. 6, p. 628-633, 2010. DOI: 10.1097/MCO.0b013e328331c707.

DAHLQUIST, D. T., DIETER, B. P., KOEHLE, M. S. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, 2015. DOI: 10.1186/s12970-015-0093-8.

ELSHAFIE, D.E.; AL-KHASHAN, H.I.; MISHRIKY, A.M. Comparison of vitamin D deficiency in Saudi married couples. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 66, n. 6, p. 742-745. 2012. DOI: 10.1038/ejcn.2012.29.

Força Aérea Brasileira. **Orientações sobre enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do coronavírus (COVID-19)**. Brasília: FAB, 2020. p. 2.

FOGLEMAN, S. A. *et al.* Vitamin D Deficiency in the Military: It's Time to Act. **MILITARY MEDICINE**, v. 187, n. 5/6, p. 144-148, 2022. DOI: 10.1093/milmed/usab402.

FONTANIVE, T. O. *et al.* Seasonal variation of vitamin D among healthy adult men in a subtropical region. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66, n. 10, p. 1431-1436, 2020. DOI: 10.1590/1806-9282.66.10.1431.

GAFFNEY-STOMBERG, E. *et al.* Calcium and vitamin D supplementation and bone health in Marine recruits: Effect of season. **Bone**, v. 123, p. 224-233, 2019. DOI: 10.1016/j.bone.2019.03.021.

GIUSTINA, A. *et al.* Vitamin D in the older population: a consensus statement. **Endocrine**. v. 79, n. 1, p. 31-44, 2023. DOI: 10.1007/s12020-022-03208-3.

HOLICK, M.F. Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application. **Annals of Epidemiology**, v.19, n. 2, p. 73-8, 2009. DOI: 10.1016/j.annepidem.2007.12.001.

HOLLIS, B.W. Measuring 25-hydroxyvitamin D in a clinical environment: challenges and needs. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 88, n. 2, p. 507S-510S, 2008. DOI: 10.1093/ajcn/88.2.507S.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. p. 67. Disponível em: www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv10174.pdf.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional em Saúde 2019: Ciclos de Vida**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: [www.https://www.pns.icict.fiocruz.br/wpcontent/uploads/2021/12/liv101846.pdf](https://www.pns.icict.fiocruz.br/wpcontent/uploads/2021/12/liv101846.pdf).

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O que é índice UV? São José dos Campos: CPTEC/INPE, 2010. Disponível em: <https://satelite.cptec.inpe.br/uv>.

IOLASCON, G. Muscle Regeneration and Function in Sports: A Focus on Vitamin D. **Medicina**, 2021. DOI: 10.3390/medicina57101015.

JASTRZEBSKA, M. *et al.* Can Supplementation of Vitamin D Improve Aerobic Capacity in Well Trained Youth Soccer Players? **Journal of Human Kinetics**, v. 61, p. 63-72, 2018. DOI: 10.2478/hukin-2018-0033.

KNAPIK, J.J. *et al.* Temporal trends in dietary supplement prescriptions of United States military service members suggest a decrease in pyridoxine and increase in vitamin D supplements from 2005 to 2013. **Nutrition Research**, v. 36, n. 10, p. 1140-1152, 2016. DOI: 10.1016/j.nutres.2016.09.001.

KNAPIK, J.J. *et al.* Dietary Supplement Use in a Large, Representative Sample of the US Armed Forces. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 118, n. 8, p. 1370-1388, 2018. DOI: 10.1016/j.jand.2018.03.024.

KUCHUK, N. O. *et al.* Relationships of serum 25-hydroxyvitamin D to bone

mineral density and serum parathyroid hormone and markers of bone turnover in older persons. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.94, n.4, p.1244-1250, 2009. DOI: 10.1210/jc.2008-1832.

KUJACH, S. *et al.* The Effect of Vitamin D3 Supplementation on Physical Capacity among Active College-Aged Males. **Nutrients**, v. 12, n. 1936, 2020. DOI: 10.3390/nu12071936.

LANSKE, B.; RAZZAQUE, M. S. Vitamin D and aging: old concepts and new insights. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.18, n. 12, p. 771–7, 2007. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2007.02.002.

LAPPE, J. *et al.* Calcium and Vitamin D Supplementation Decreases Incidence of Stress Fractures in Female Navy Recruits. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 23, n. 5, 2008. DOI: 10.1359/jbmr.080102.

LUTZ, L. J. *et al.* Dietary Intake in Relation to Military Dietary Reference Values During Army Basic Combat Training; a Multi-center, Cross-sectional Study. **MILITARY MEDICINE**, v. 184, n. 3/4, p. e223-e230, 2019. DOI: 10.1093/milmed/usy153.

MACLAUGHLIN, J.; HOLICK, M. F. Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D3. **Journal of Clinical Investigation**, n. 76, p.1536-8, 1985. DOI: 10.1172/JCI112134.

MAEDA, S. S. *et al.* Seasonal variation in the sérum 25-hydroxyvitamin D levels of young and elderly active and inactive adults in São Paulo, Brazil. The São Paulo Vitamin D Evaluation Study (SPADES). **Dermato-Endocrinology**, v.5, n. 1, p. 211-17, 2013. DOI: 10.4161/derm.24476.

MAEDA, S. S. Recomendações da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 58, n. 5, p. 411-433, 2014. DOI: 10.1590/0004-2730000003388.

MAZZINI, K. Reposição de vitamina D sem riscos para a pele. **Arquivo da Sociedade Brasileira de Dermatologia**, v. 33, n. 4, 2020. Disponível em: <https://sbdjrj.org.br/repondo-a-vitamina-d-sem-riscos-para-a-pele>.

MEDRANO, M. *et al.* Vitamin D: Effect on Haematopoiesis and Immune System and Clinical Applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v.19, n.9, p. 2663, 2018. DOI: 10.3390/ijms19092663.

MENDES, M. M. *et al.* Prevalence of vitamin D deficiency in South America: a systematic review and meta-analysis. **Nutrition Reviews**, v. 00, n. 0, p. 1-20, 2023. DOI: 10.1093/nutrit/nuad010.

MHS – Military Health System. Ambulatory Visits, Active Component, U.S. Armed Forces, 2019. **Health.mil**. Falls Church, VA: MHS, 2020. Disponível em: <https://health.mil/News/Articles/2020/05/01/Ambulatory-Visits-Active->

Component-MSMR-2020.

MITHAL, A. *et al.* Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. **Osteoporosis International**, v. 20, n. 11, p. 1807-20, 2009. DOI: 10.1007/s00198-009-0954-6.

MOREIRA, C. A. *et al.* Reference values of 25-hydroxyvitamin D revisited: a position statement from the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM) and the Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC). **Archives Endocrinology and Metabolism**, v. 64, n. 4, p. 462-478, 2021. DOI: 10.20945/2359-3997000000258.

MORIOKA, T. Y. *et al.* Trends in Vitamin A, C, D, E, K Supplement Prescriptions From Military Treatment Facilities: 2007 to 2011. **MILITARY MEDICINE**, v. 180, n. 7, p. 748-753, 2015. DOI: 10.7205/MILMED-D-14-00511.

MOST, A. *et al.* Influence of 25-Hydroxy-Vitamin D Insufficiency on Maximal Aerobic Power in Elite Indoor Athletes: A Cross-Sectional Study. **Sports Medicine**, v. 7, n. 74, 2021. DOI: 10.1186/s40798-021-00363-1.

NASCIMENTO, D. Z. *et al.* Prevalência de hipovitaminose D após alteração dos valores de referência. **Revista da AMRIGS**, v. 65, n. 2, p. 205-209, 2021. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/04/1366823/ao-2310.pdf>

NEED, A. G. *et al.* Effects of skin thickness, age, body fat, and sunlight on serum 25-hydroxyvitamin D. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 58, p.882-5, 1993. DOI: 10.1093/ajcn/58.6.882.

NIKOLAOS, E. K. *et al.* Vitamin D and Exercise Performance in Professional Soccer Players. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0101659.

NINDL, B.; KYRÖLÄINEN, H. Editorial: Military human performance optimization: Contemporary issues for sustained and improved readiness. **European Journal of Sports Science**, v. 22, n. 1, 2022. DOI: 10.1080/17461391.2021.2019319.

OLIVEIRA, A. F. **Nutrição e síndrome metabólica em Policiais Militares do oeste do Paraná**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/9847>

ÖÖPIK, V. *et al.* Anabolic Adaptations Occur in Conscripts During Basic Military Training Despite High Prevalence of Vitamin D Deficiency and Decrease in Iron Status. **MILITARY MEDICINE**, v. 182, n. 3/4, p. e1810-e1818, 2017. DOI: 10.7205/MILMED-D-16-00113.

PASCO, J.A. *et al.* Seasonal Periodicity of Serum Vitamin D and Parathyroid Hormone, Bone Resorption, and Fractures: The Geelong Osteoporosis Study. **Journal of Bone and Mineral Research**. v. 19, n. 5, 2004.

PILCH, W. *et al.* The effect of vitamin D supplementation on the muscle damage after eccentric exercise in young men: a randomized, control trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.17, n. 1, 2020. DOI: 10.1186/s12970-020-00386-1.

PLUDOWSKI, P. *et al.* Clinical Practice in the Prevention, Diagnosis and Treatment of Vitamin D Deficiency: A Central and Eastern European Expert Consensus Statement. **Nutrients**, v. 14, n. 1483, 2022. DOI: 10.3390/nu14071483.

PREMAOR, M. O.; FURLANETTO, T. W. Hipovitaminose D em adultos: entendendo melhor a apresentação de uma velha doença. **Arquivos Brasileiros De Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n. 1, p. 25–37, 2006. DOI: 10.1590/S0004-27302006000100005.

RIO DE JANEIRO (Estado). Atos do poder Executivo. Decreto nº46.973 de 16 de março de 2020. [Reconhece a situação de emergência pública do estado do Rio de Janeiro em razão do contágio e adota medidas enfrentamento da propagação decorrente do novo coronavírus (COVID-19): e dá outras providências]. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**: parte I: Poder Executivo, Rio de Janeiro, ano XLVI, n. 049-A, p. 1, 17 mar. 2020a.

RIO DE JANEIRO (Estado). Atos do Poder executivo. Decreto nº47.199 de 04 de agosto de 2020. [Dispõe sobre as medidas de enfrentamento da propagação do novo coronavírus (COVID-19), em decorrência da situação de emergência em saúde: e dá outras providências]. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**: parte I: Poder Executivo, Rio de Janeiro, ano XLVI, n. 143, p. 1, 06 ago. 2020b.

SIVAKUMAR, G.; KOZIARZ, A.; FARROKHYAR, F. Vitamin D Supplementation in Military Personnel: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Sports Health**, v. 11, n. 5, p. 425-431, 2019. DOI: 10.1177/1941738119857717.

STROEHLEIN, J. K. *et al.* Vitamin D supplementation for the treatment of COVID-19: a living systematic review. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2021. DOI: 10.1002/14651858.CD015043.

TURATTI, B. O. *et al.* Absenteísmo por motivo de doença entre militares do Exército em serviço na região da Amazônia, segundo suas patentes. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2017. Disponível em: <https://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/10/v6-n1-9-18.pdf>.

VIETH, R.; LADAK, Y.; WALFISH, P. G. Age-related changes in the 25-hydroxyvitamin D versus parathyroid hormone relationship suggest a different reason why older adults require more vitamin D. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, n. 88, p. 185-91, 2003. DOI: 10.1210/jc.2002-021064.

VILLASIS-KEEVER, M. A. *et al.* Efficacy and Safety of Vitamin D Supplementation to Prevent COVID-19 in Frontline Healthcare Workers. A Randomized Clinical Trial. **Archives of Medical Research**. v. 53, n. 4, p. 423-430, 2022. DOI: 10.1016/j.arcmed.2022.04.003.

WARDLE, S.L. *et al.* Feeding female soldiers: Consideration of sex-specific nutrition recommendations to optimise the health and performance of military personnel. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 10, p. 995- 1001, 2021. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.08.011.

ZMIJEWSKI M. A. Vitamin D and Human Health. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 1, 2019. DOI: 10.3390/ijms20010145.