UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

JAQUELINE MOREIRA CURTIS PEIXOTO

INFLUÊNCIA DA INGESTÃO DE BARRA DE CEREAL FORTIFICADA COM QUERCETINA SOBRE VARIÁVEIS CORPORAIS, BIOQUÍMICAS E DESEMPENHO FÍSICO DE MILITARES: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO POR PLACEBO

RIO DE JANEIRO
2022

Jaqueline Moreira Curtis Peixoto

INFLUÊNCIA DA INGESTÃO DE BARRA DE CEREAL FORTIFICADA COM QUERCETINA SOBRE VARIÁVEIS CORPORAIS, BIOQUÍMICAS E DESEMPENHO FÍSICO DE MILITARES: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO POR PLACEBO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Profa. Dra. Anna Paola Trindade Rocha Pierucci.

Rio de Janeiro

2022

CIP - Catalogação na Publicação

P379i

Peixoto, Jaqueline Moreira Curtis
Influência da ingestão de barra de cereal fortificada com quercetina sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico de militares: ensaio clínico randomizado controlado por placebo / Jaqueline Moreira Curtis Peixoto. -- Rio de Janeiro, 2022.
128 f.

Orientadora: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, 2022.

1. Nutrição Humana. I. Pierucci, Anna Paola Trindade Rocha , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Jaqueline Moreira Curtis Peixoto

INFLUÊNCIA DA INGESTÃO DE BARRA DE CEREAL FORTIFICADA COM QUERCETINA SOBRE VARIÁVEIS CORPORAIS, BIOQUÍMICAS E DESEMPENHO FÍSICO DE MILITARES: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO POR PLACEBO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN) do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada em 03 de agosto de 2022.

_____

Profa. Dra. Anna Paola Trindade Rocha Pierucci
Universidade Federal do Rio de Janeiro

_____

Profa. Dra. Taís de Souza Lopes
Universidade Federal do Rio de Janeiro

_____

Profa. Dra. Francine Caetano de Andrade Nogueira
Universidade Federal do Rio de Janeiro

_____

Profa. Dra. Eliane Lopes Rosado
Universidade Federal do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha mãe, maior apoiadora e incentivadora de todas as minhas conquistas pessoais e profissionais. À minha irmã Priscilla e ao meu primo Leonardo, pelo apoio e cuidado nessa caminhada.

À minha orientadora, professora Anna Paola, por ter confiado e aberto as portas do Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais (DAFEE), para que eu pudesse fazer parte e crescer junto dessa equipe.

À Marinha do Brasil e às agências Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Ao professor Rodrigo Cavalcante e ao técnico Tiago Dias, por terem disponibilizado o Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos (LANAL) da Universidade Federal de Goiás (UFG), e dado suporte na realização das análises físico-químicas das barras de cereal.

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), por ter disponibilizado o Laboratório Interdisciplinar de Avaliação Nutricional (LIAN) para as avaliações de composição corporal.

Ao professor Alexandre Palma, pelo suporte na aplicação dos testes de desempenho físico.

Ao grupo de pesquisa DAFEE, em especial Christine, Tathiany, Christian, Taillan, Luan, Fábio, Luiz, Juliana, Maria Fernanda e Halliny, que colaboraram desde a coleta de dados até as análises estatísticas.

Aos amigos Muryllo, Nathália, Carolina, Matheus, Anna e todos que estiveram presentes e tornaram os últimos anos mais leves. À minha grande amiga Elisa (*in memoriam*), que esteve e seguirá sempre comigo.

A todos os demais que contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho.

PEIXOTO, Jaqueline Moreira Curtis. Influência da ingestão de barra de cereal fortificada com quercetina sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico de militares: ensaio clínico randomizado controlado por placebo. Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

RESUMO

O uso de compostos antioxidantes, como a quercetina, tem despertado interesse pela necessidade de amenizar o estresse oxidativo e a fadiga muscular associados ao treinamento militar, de modo a otimizar o desempenho físico. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da ingestão de uma barra de cereal fortificada com quercetina sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico de fuzileiros navais da Marinha do Brasil. Em um ensaio clínico randomizado controlado por placebo, 18 militares foram distribuídos entre grupo quercetina (n=9) e placebo (n=9). Foram avaliados indicadores antropométricos e de composição corporal (densitometria óssea de dupla absorção de raio-x), perfil bioquímico (marcadores de perfil lipídico e dano celular) e desempenho físico (testes de corrida, preensão manual e salto em distância), na linha de base e após 58 dias de intervenção nutricional. Avaliou-se ainda o consumo alimentar (5 recordatórios de 24h ao longo do estudo). Após 58 dias de tratamento, o grupo quercetina apresentou redução de massa gorda, aumento de massa magra, redução do tempo de corrida e aumento da distância do salto após a corrida. Comparando os grupos estudados, o placebo apresentou melhor desempenho no teste de preensão manual (mão direita), após as corridas realizadas em T0 e em T58. Placebo e quercetina apresentaram aumento das concentrações séricas de colesterol total, porém, este aumento foi menor no grupo quercetina. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a quercetina foi capaz de otimizar a resposta ao treinamento físico, reforçando as evidências de seu potencial ergogênico. Contudo, mais pesquisas são necessárias a fim de confirmar os efeitos da quercetina e estabelecer doses específicas e tempo de administração, visando à melhora do desempenho físico.

Palavras-chave: treinamento militar; exercício de alta intensidade; quercetina; composição corporal; biomarcadores de dano celular; perfil lipídico.

PEIXOTO, Jaqueline Moreira Curtis. Influência da ingestão de barra de cereal fortificada com quercetina sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico de militares: ensaio clínico randomizado controlado por placebo. Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

ABSTRACT

The use of antioxidant compounds, such as quercetin, has aroused interest due to the need to alleviate oxidative stress and muscle fatigue associated with military training, and thus optimize physical performance. The objective of this study was to evaluate the effects of ingestion of a cereal bar fortified with quercetin on body, biochemical and physical performance variables of Brazilian Navy Marines. In a randomized placebo-controlled clinical trial, 18 military personnel were assigned to a quercetin (n=9) and placebo (n=9) group. Anthropometric and body composition (double x-ray absorption bone densitometry) indicators, biochemical profile (lipid profile markers and cell damage) and physical performance (running, handgrip and long jump tests) were evaluated at baseline and after 58 days of nutritional intervention. Food consumption was also evaluated (5 24-hour recalls during the study). After 58 days of treatment, the quercetin group showed a reduction in fat mass, an increase in lean mass, a reduction in running time, and an increase in jump distance after the running. Comparing the groups studied, the placebo performed better in the handgrip test (right hand), after the runs performed at T0 and T58. Placebo and quercetin showed an increase in serum levels of total cholesterol (pre-physical test), however, this increase was lower in the quercetin group. The results obtained in this study suggest that quercetin was able to optimize the response to physical training, reinforcing the evidence of its ergogenic potential. However, more research is needed in order to confirm the effects of quercetin and establish specific doses and administration time, aiming at improving physical performance.

Keywords: military training; high intensity exercise; quercetin; body composition; cell damage biomarkers; lipid profile.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Recomendações de carboidratos para atletas. 28
Quadro 2. Valores de referência para indicadores bioquímicos. 42
Quadro 3. Recomendações nutricionais..... 43
Quadro 4. Classificação para o teste de 2400m..... 44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura molecular da quercetina. 32
Figura 2. Fluxograma do processo de amostragem dos voluntários. 38
Figura 3. Desenho do estudo. 39
Figura 4. Fluxograma do processo de amostragem dos militares que ingressaram no COMANF. 47
Figura 5. Fluxograma do processo de amostragem e coleta de dados. 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos participantes do estudo quanto ao perfil antropométrico e de composição corporal dos fuzileiros navais ingressantes no COMANF (n = 35). ..47
Tabela 2. Distribuição dos participantes do estudo quanto aos marcadores bioquímicos (n = 35). 48
Tabela 3. Distribuição dos militares ingressantes no COMANF quanto à ingestão dietética (n=35). 49
Tabela 4. Composição centesimal e valor energético total de barras de cereal placebo e com quercetina em base úmida. 61
Tabela 5. Composição em minerais de barras de cereal placebo e com quercetina em base úmida. 61
Tabela 6. Capacidade antioxidante in vitro determinadas pelos métodos DPPH, FRAP e ABTS e compostos antioxidantes (teor fenólico total e teor de flavonoides) de barras de cereal Placebo e com quercetina. 62
Tabela 7. Perfil antropométrico e de composição corporal dos grupos estudados (n=18). 62
Tabela 8. Marcadores bioquímicos dos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18). 65
Tabela 9. Comparação de deltas de marcadores bioquímicos apresentados pelos grupos placebo e quercetina (n=18). 67
Tabela 10. Ingestão dietética energética, de macronutrientes e fibras apresentadas pelos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18). 70
Tabela 11. Ingestão dietética de cálcio, ferro, selênio, zinco e vitaminas A, B12, C e E apresentadas pelos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18). 71
Tabela 12. Desempenho físico apresentado pelos grupos placebo e quercetina nos testes aplicados (n=18). 72
Tabela 13. Deltas de desempenho físico apresentados pelos grupos placebo e quercetina nos testes aplicados (n=18). 73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina) 6-ácido sulfônico
ACSM	*American College of Sports Medicine*
AGE	ácido gálico equivalente
AGV	área de gordura visceral
AI	*Adequate Intake*
ALT	alanina aminotransferase
AMDR	*Acceptable Macronutrient Distribuition Range*
AST	aspartato transferase
ATP	adenosina trifosfato
BCIQ	barra de cereal isenta de quercetina
BCQ	barra de cereal fortificada com quercetina
CA	avaliação de consumo alimentar
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAT	capacidade antioxidante total
CBG	β-glucosidase citosólica
CC	avaliação de composição corporal
CEFAN	Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes
CIASC	Centro de Instrução Almirante Silvio de Camargo
CK	creatina kinase
COMANF	Curso Especial de Comandos Anfíbios
COMT	catecol-O-metiltransferases
CT	colesterol total
D	mão direita
DAFEE	Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais
DNPH	Dinitrofenilhidrazina
DOPAC	ácido 3,4-dihidroxifenilacético
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
DRI	Dietary Reference Intakes
DXA	densitometria óssea de dupla absorção de raio-x
E	mão esquerda

EAR	*Estimated Average Requirement*
EROs	espécies reativas de oxigênio
FA	fator de atividade
FRAP	*Ferric Reducing Antioxidant Power*
GET	gasto energético total
GPx	glutationa peroxidase
GSH	glutationa reduzida
H_2O_2	peróxido de hidrogênio
H_2PO_4	ácido fosfórico
HDL	*high density lipoprotein*
IRA	insuficiência renal aguda
LDH	lactato desidrogenase
LDL	*low density lipoprotein*
LFM	Laboratório Farmacêutico da Marinha do Brasil
LIAN	Laboratório Interdisciplinar de Avaliação Nutricional
LPH	lactase florizina hidrolase
MET	equivalente metabólico
NAF	nível de atividade física
NaOH	hidróxido de sódio
NO	óxido nítrico
O_{2-}	Superóxido
OPAC	ácido 3-hidroxifenilacético
PCr	creatina-fosfato
P_i	fosfato inorgânico
PM	preensão manual
POF	Pesquisa de Orçamento Familiar
Q3’S	quercetina-3’-O-sulfato
Q3G	quercetina-3-O-glicosídeo
Q3GA	quercetina-3-O-glucoronídeo
Q4’G	quercetina-4’-O-glicosídeo
QFA	Questionário de Frequência Alimentar
R24h	Recordatório de 24 horas
RA	Registro alimentar

RDA	*Recommended Dietary Allowance*
RE	restrição energética
ReBEC	Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
RL	radicais livres
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SD	salto em distância
SOD	superóxido dismutase
SULT	sulfotransferases
TAF	Teste de Aptidão Física
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TEAC	capacidade antioxidante equivalente ao trolox
TF	teste físico
TFM	Treinamento Físico Militar
TG	Triglicerídeos
TGO	transaminase glutâmico oxalacética
TMB	taxa metabólica basal
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UGT	uridina-5'-difosfato-glucuronosiltransferase
UL	*Tolerable Upper Intake Level*
VET	Valor Energético Total
VO_2 máx	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 14
1. INTRODUÇÃO 15
2 REVISÃO DE LITERATURA 17
2.1 OPERAÇÕES MILITARES 17
2.2 O TREINAMENTO MILITAR E OS RISCOS À SAÚDE 19
2.3 EXERCÍCIO FÍSICO DE ALTA INTENSIDADE E ESTRESSE OXIDATIVO 21
2.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO FÍSICO 24
2.5 CONSUMO ALIMENTAR E ADEQUAÇÃO NUTRICIONAL NO EXERCÍCIO FÍSICO 25
2.5.1 Métodos de avaliação do consumo alimentar 26
2.5.2 Ingestão energética e de nutrientes 27
2.6 ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA RECUPERAÇÃO FÍSICA 29
2.7 QUERCETINA 31
2.7.1 Definição e biodisponibilidade 31
2.7.2 Metabolismo da quercetina 32
2.7.3 Benefícios associados à ingestão de quercetina 33
3 JUSTIFICATIVA 35
4 OBJETIVOS 36
4.1 OBJETIVO GERAL 36
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 36
5 MATERIAL E MÉTODOS 37
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E DA AMOSTRA 37
5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO 38
5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BARRAS DE CEREAL 39
5.3.1 Composição centesimal, Valor Energético Total e mineralograma 39
5.3.2 Compostos antioxidantes e capacidade antioxidante 40
5.4 INTERVENÇÃO NUTRICIONAL 40
5.5 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL 41
5.6 ANÁLISES BIOQUÍMICAS 41
5.7 AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR 43
5.8 TESTES FÍSICOS 44
5.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 45
5.9.1 Comparação entre as barras de cereais 45
5.9.2 Variáveis relacionadas aos participantes 45

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 46
6.1 CAPÍTULO 1: PERFIL DIETÉTICO, BIOQUÍMICO, ANTROPOMÉTRICO E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES VOLUNTÁRIOS AO COMANF 47
6.1.1 Perfil antropométrico e de composição corporal 47
6.1.2 Perfil bioquímico 48
6.1.3 Consumo alimentar 49
6.1. 4 Discussão 50
6.2 CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE BARRA DE CEREAL COM QUERCETINA SOBRE VARIÁVEIS CORPORAIS, BIOQUÍMICAS E DESEMPENHO FÍSICO DE MILITARES 60
6.2.1 Composição centesimal, VET, minerais, compostos antioxidantes e capacidade antioxidante das barras de cereal 61
6.2.2 Composição corporal 62
6.2.3 Marcadores bioquímicos 63
6.2.4 Consumo alimentar 69
6.2.5 Desempenho físico 72
6.2.6 Discussão 73
7 CONCLUSÃO 87
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 89
APÊNDICE A 112
APÊNDICE B 116
APÊNDICE C 117
APÊNDICE D 118
APÊNDICE E 119
APÊNDICE F 120
ANEXO 1 121
ANEXO 2 125
ANEXO 3 128

APRESENTAÇÃO

Este estudo foi realizado em parceria com a Marinha do Brasil e é parte do projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento de Formulação de Alimento Funcional à Base de Quercetina”, com financiamento do Ministério da Defesa. As barras de cereal foram previamente desenvolvidas no Laboratório Farmacêutico da Marinha do Brasil (LFM). Amostras dos produtos foram submetidas a análises bromatológicas e microbiológicas de acordo com as exigências da RDC nº 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001).

A presente dissertação é apresentada em seções divididas em introdução, revisão de literatura, justificativa, objetivos, material e métodos, resultados e discussão, conclusão e considerações finais. Resultados e discussão estão subdivididos em dois capítulos. No primeiro, o objetivo é a caracterização do perfil dietético, bioquímico, antropométrico e de composição corporal dos fuzileiros navais recrutados para o Curso Especial de Comandos Anfíbios (COMANF) (n=35); enquanto o segundo capítulo apresenta a comparação das variáveis de consumo alimentar, indicadores bioquímicos, antropométricos e de composição corporal, bem como testes físicos, e relação com o consumo de barra de cereal com quercetina, incluindo grupos placebo e tratado (n=18).

A partir desta pesquisa foram apresentados 2 resumos e 1 trabalho em eventos nacionais e internacionais:

- RUELA, H. S.; FONSECA, E.; ROCHA, N.; PEIXOTO, J. M. C.; SILVA, R. R.; LIMA, L. P.; SILVA, C. H. D.; PIERUCCI, A. P. T. R. Physicochemical and microbiological stability of quercetin cereal bars. 7th Brazilian Conference on Natural Product/ XXXIII RESEM. Rio de Janeiro. 2019.
- PEIXOTO, J. M. C.; GOMES, D. V.; SILVA, C. H. D.; RUELA, H. S.; OLIVEIRA, A. P.; PIERUCCI, A. P. T. R. Composição corporal, consumo alimentar e desempenho de militares da Marinha do Brasil. X Semana de Integração Acadêmica da UFRJ. Caderno de Resumos: Centro de Ciências da Saúde. Rio de Janeiro. 2019.
- RUELA, H.; FONSECA, E. B.; OLIVEIRA, M. G.; ROCHA, N.; PEIXOTO, J.; SILVA, C.; PIERUCCI, A. P. T. R. Centesimal Composition of Nutritional Bar Prepared with Quercetin. 43ª Reunião Anual Virtual da SBQ, 2020.

1. INTRODUÇÃO

O treinamento militar envolve protocolos de exercício de alta intensidade e é de grande importância na rotina de operações das tropas militares, visto sua associação com a melhora do condicionamento físico e, consequentemente, da eficiência frente à sobrecarga física e psicológica comum à atividade militar (ÁVILA *et al*., 2013a). O exercício intenso promove a condição de estresse oxidativo, podendo implicar em alterações das funções celulares e permitir a oxidação de lipídios, proteínas e DNA (FINAUD; LAC; FILAIRE, 2006), gerando danos musculares que vão comprometer o desempenho. Nesse contexto, há o interesse por alimentos e formulações dietéticas voltadas para este público, com o intuito de promover melhor recuperação e desempenho físicos.

A suplementação com substâncias antioxidantes configura-se como estratégia nutricional para a prevenção e o alívio de sintomas de exercícios extenuantes. Diversos compostos bioativos encontrados em alimentos desempenham função antioxidante em sistemas biológicos, tais como vitaminas, compostos fenólicos, entre outros. A quercetina é um flavonol amplamente presente em frutas e vegetais, sendo abundante em maçãs, cebolas e brócolis, por exemplo. A ingestão de quercetina é associada não só à melhora do desempenho físico como também mental (BAZZUCCHI *et al*., 2019; DAVIS; MURPHY; CARMICHAEL, 2009). Além de apresentar propriedades anti-inflamatórias, a quercetina é capaz de inibir a peroxidação lipídica e estimular a biogênese mitocondrial (AGUIRRE *et al*., 2011). Esta última propriedade impulsionou a realização de estudos científicos que avaliaram a possível ação ergogênica da quercetina sobre o desempenho aeróbio (DAVIS *et al*., 2009a). Além disso, segundo Kressler, Millard-Stafford e Warren (2011), a suplementação nutricional com quercetina exerceu efeito positivo significativo sobre a capacidade de exercício de resistência (força). Outros autores relatam melhoria da recuperação motora em ratos lesionados após administração do flavonoide, sendo dose dependente (SCHÜLTKE *et al*., 2003; LI *et al*., 2016); e, ainda, capacidade de atenuar a perda de força muscular gerada por exercícios excêntricos (BAZZUCCHI *et al*., 2019).

Os efeitos da quercetina estão associados à sua biodisponibilidade (BAZZUCCHI *et al*., 2019). A literatura indica que o composto é absorvido no segmento superior do intestino delgado e é posteriormente metabolizada em diversos

órgãos. Na mucosa intestinal e no fígado, a quercetina e seus derivados sofrem ação de bactérias e enzimas de biotransformação, gerando metabólitos que serão absorvidos, transformados ou excretados pelo rim (LI *et al*., 2016). Sabe-se que dificilmente a alimentação é capaz de fornecer quantidades de quercetina compatíveis com os estudos na literatura que verificaram efeitos positivos no desempenho físico. Diante disso, o desenvolvimento de formulações específicas torna-se oportuno para aplicações em condutas nutricionais que visam à melhoria do desempenho, em indivíduos engajados em treinamento e exercícios de alta intensidade (SIMIONI *et al*., 2018; DAVIS, MURPHY, CARMICHAEL, 2009).

Bingham *et al*. (2011) afirmam que, ainda que uma dieta nutricionalmente adequada seja oferecida durante o serviço militar, as escolhas alimentares dos indivíduos no tempo livre geralmente não são positivas. Os autores sugerem que, como o balanço energético é comumente negativo, visto a intensa atividade física, esse déficit é compensado por alimentos de alta densidade calórica.

Diante dos efeitos biológicos positivos da quercetina descritos e da possibilidade de otimizar desempenho físico de tropas militares, o presente estudo se propôs a avaliar a implicação do consumo de uma barra de cereal, contendo quercetina, sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico de fuzileiros navais, durante o curso para formação de Comandos Anfíbios da Marinha do Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OPERAÇÕES MILITARES

As Forças Armadas, constituídas por Aeronáutica, Exército e Marinha, desempenham atividades relacionadas à defesa da Pátria e garantia da lei e da ordem. São dirigidas pelo Ministério da Defesa do governo federal, cuja principal função é estabelecer políticas ligadas à defesa e segurança do país. Os membros das Forças Armadas são designados militares (BRASIL, 2020). A rotina militar apresenta uma demanda fisicamente rigorosa, envolvendo transporte e levantamento de cargas e materiais pesados, escavação e atividade física prolongada com pesos adicionais de 25 a 65 kg (PIHLAINEN *et al*., 2014).

As operações militares são caracterizadas por extensos períodos de trabalho de alta intensidade, onde os indivíduos são expostos a ambientes extremos, com privação de água, alimentos e sono (EPSTEIN *et al*., 2015). Os fatores estressores incluem clima e temperatura adversos (CALDWELL *et al*., 2011; NINDL *et al*., 2013), esforço físico e mental, privação frequente do sono (KYRÖLÄINEN et al. 2008; MARGOLIS *et al*. 2014a), bem como consumo alimentar insuficiente (EPSTEIN *et al*., 2015). Isoladamente ou em conjunto, estes elementos podem comprometer o desempenho dos combatentes nos campos de batalha (KERAMIDAS *et al*., 2018; OJANEN; JALANKO; KYROLAINEN, 2018).

As circunstâncias ambientais influenciam na tolerância ao estresse, independentemente do sexo. O frio reduz vigilância e humor, e aumenta a tensão (LIEBERMAN; CASTELLANI; YOUNG, 2009). O calor extremo associado ao exercício promove aumento da temperatura central, com repercussões negativas nas funções cardiovasculares e endócrinas (SAWKA *et al*., 2011). Por outro lado, o esforço físico contínuo pode provocar dores associadas a posições estáticas, como em pé, sentado e inclinado por longos períodos (PELHAM *et al*., 2005), estando a dor lombar entre as mais relatadas (ROY; LOPEZ; PIVA, 2013); bem como alterações posturais correlacionadas ao carregamento de pesos (RODRÍGUEZ-SOTO *et al*., 2013). Em estudo realizado por Berry *et al*. (2017), cujo objetivo foi avaliar a postura da coluna lombar de 43 fuzileiros navais do sexo masculino, em posições operacionais e condições de carga, cerca de metade dos indivíduos relatou dor lombar consequente de longos períodos sentados.

A privação do sono está relacionada à inibição da ressíntese de glicogênio muscular, aumento de danos musculares e prejuízo no reparo destes, além de alteração da função cognitiva, implicando no maior risco de lesões e fadiga mental aguda, possivelmente levando à fadiga persistente (NÉDÉLEC *et al*., 2015). Sem o descanso adequado em períodos de exercício físico, o desempenho cognitivo é afetado (NINDL *et al*., 2018); por exemplo, soldados privados de sono têm apresentado tempo de reação prejudicado, em atividades de tiro ao alvo (SMITH *et al*., 2019). Por outro lado, Keramidas *et al*. (2018) demonstraram que o estresse fisiológico e psicológico de operações militares de curto prazo (dois dias), e com privação parcial do sono, foram capazes de acelerar o desenvolvimento de fadiga induzida pelo exercício. Quando prolongada, tal restrição pode operar como adicional ao estresse já imposto pelo exercício físico, similar ao da altitude ou calor (BUCHHEIT *et al*., 2013), ou treinamento em situação de baixa disponibilidade de carboidratos (BARTLETT; HAWLEY; MORTON, 2015).

Quanto à insuficiência energética, esta vem acompanhada da deficiência de nutrientes essenciais como ferro e cálcio (EPSTEIN *et al*., 2015). Na base militar, com menor tempo de trabalho, os indivíduos têm oportunidade de dormirem em dormitórios e se alimentarem regularmente, com refeições recém preparadas em refeitórios (THARION *et al*., 2005). Em contrapartida, quando se encontram em operações de campo, são oferecidas rações ao pessoal, devido a inviabilidade de obtenção de alimentos frescos (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010). As rações de combate são constituídas por pratos principais, lanches e bebidas em pó (HIRSCH; KRAMER; MEISELMAN, 2005). São preparadas para fornecer nutrição adequada (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2010), entretanto, já foi relatada escassez de tempo para alimentação durante as atividades, e ainda, dificuldade de transportar alimentos, considerando peso e espaço, já que também há necessidade de carregar equipamentos de combate (POPPER *et al*., 1989). Consequentemente, os militares podem manifestar déficit energético, com alterações de peso e composição corporal (TASSONE; BAKER, 2017).

Como demonstrado, militares são expostos a múltiplos agentes estressores, de modo que prevalecem aqueles que dominarem tais condições com maior eficácia. Diante disso, as operações exigem manutenção e aperfeiçoamento da capacidade de trabalho (NINDL *et al*., 2018).

2.2 O TREINAMENTO MILITAR E OS RISCOS À SAÚDE

O treinamento militar inclui atividades relacionadas à força e resistência, além de demais funções comuns ao exercício da profissão, como marchas de *ruck* e navegação terrestre (DAVIDSON *et al*., 2008). Considerando que as tarefas militares apresentam elevada demanda de força muscular (SANTTILA *et al*., 2015), foi demonstrado que o treinamento militar associado ao treinamento de força promove melhora do desempenho no transporte de cargas, corrida de combate e arraste de vítimas (KNAPIK *et al*., 2009; KRAEMER *et al*., 2004; WILLIAMS; RAYSON; JONES, 2004). A princípio, os indivíduos são submetidos ao treinamento básico, cuja duração varia entre seis e doze semanas, de acordo com o país. Trata-se de um período de preparação física e mental para a etapa subsequente, que é mais rígida, de modo a garantir melhora progressiva do nível de aptidão, conforme exigido pelo serviço (GOMES; PINFILDI, 2018).

No Brasil, o Treinamento Físico Militar (TFM) engloba aquecimento, trabalho principal, incluindo treinamento cardiopulmonar, neuromuscular e desportos, e tempo de espera. Os sujeitos são submetidos a exames médico, odontológico e de laboratório, e ao Teste de Aptidão Física (TAF), três vezes ao ano, para avaliar o treinamento e os limites fisiológicos individuais (BRASIL, 2011). O Curso Especial de Comandos Anfíbios (COMANF) da Marinha do Brasil, criado em 1972, busca formar militares aptos a planejar e executar operações especiais de fuzileiros navais. É constituído por (1) preparação física, realizada no Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN); (2) instruções básicas de combate, como TFM, natação e técnicas de patrulha; (3) capacitação para planejamento de reconhecimento e ações de comando; e (4) aplicação prática das técnicas anteriores, com execução de missões em diversos ambientes territoriais (BRASIL, 2019).

Novos recrutas tendem a sofrer lesões durante o treinamento, devido à alta intensidade, bem como à inexperiência no ambiente. Elas podem se apresentar como pequenas contusões até grandes estiramentos de ligamentos e fraturas ósseas, sendo a maioria de origem musculoesquelética e acometendo principalmente a extremidade inferior (VEIGEL; PLEACHER, 2008; HUA *et al*., 2017). Gomes e Pinfildi (2018) investigaram a prevalência e mecanismos de lesão no Exército Brasileiro e constataram que o joelho foi a articulação mais lesionada, sendo dor nas articulações, inflamação e dor degenerativa os diagnósticos associados ao maior tempo de

afastamento (acima de 15 dias); além disso, trauma e sobrecarga foram os mecanismos mais frequentes.

Eventualmente, as condições adversas vivenciadas pelos militares durante o treinamento podem levá-los à rabdomiólise, podendo ocasionar o óbito. Alpers e Jones (2010) verificaram prevalência anual de 22,2 casos a cada 100.000 militares que realizaram treinamento básico. A rabdomiólise é uma condição caracterizada pela necrose de células musculares, refletindo em dor muscular, fraqueza e escurecimento da urina, sendo que menos de 10% dos acometidos apresentam a tríade de sintomas e mais de 50% não manifestam dor ou fraqueza muscular (TORRES *et al*., 2015). As concentrações séricas de creatina kinase (CK) auxiliam no diagnóstico de rabdomiólise. Quando valores de CK estão acima de 1000 U/L há confirmação do caso, enquanto que valores superiores a 5000 U/L indicam aumento do risco de desenvolvimento de insuficiência renal aguda (IRA), principal complicação associada (TORRES *et al*., 2015; CERVELLIN; COMELLI; LIPPI, 2010). A IRA se correlaciona com o acúmulo de mioglobina nos rins e seu tratamento consiste em hidratação e diálise (TORRES *et al*., 2015; KHAN, 2009; CERVELLIN; COMELLI; LIPPI, 2010; ELSAYED; REILLY, 2010).

As lesões são um risco potencial à saúde e integridade física dos combatentes (NINDL, 2012) e constituem a principal causa de incapacidade funcional, reabilitação em longo prazo e alta precoce do serviço militar (TAANILA *et al*., 2009; SHARMA *et al*., 2015; TAANILA *et al*., 2010; TAANILA *et al*., 2015). Estudos mostram que injúrias podem acometer sujeitos mais jovens ou menos treinados (WILKINSON *et al*., 2011; RYU; PROVENCHER, 2011) e, ainda, podem ser recorrentes (WILKINSON *et al*., 2011), com tratamento e reabilitação onerosos e podendo levar a afastamentos (DAVIDSON *et al*., 2008; TAANILA *et al*., 2010; SELL *et al*., 2010; TAANILA *et al*., 2009; YANCOSEK; ROY; ERICKSON, 2012; NINDL, 2012).

Jones, Hauschild e Canham-Chervak (2018) chamam atenção para o paradoxo referente aos programas de treinamento físico, desenvolvidos com o intuito de aprimorar o condicionamento, serem justamente um dos fatores com maior potencial para comprometer a prontidão física dos militares. A recuperação após o treino é essencial e deve abordar alongamento muscular, bem como adequação de nutrição e horas de sono. Ademais, os programas requerem individualização e periodização, considerando atividades planejadas e particularidades dos sujeitos

envolvidos, permitindo, portanto, melhores respostas à preparação e menores riscos de lesões (SANTTILA *et al*., 2015).

2.3 EXERCÍCIO FÍSICO DE ALTA INTENSIDADE E ESTRESSE OXIDATIVO

Não há consenso quanto à definição de exercício de alta intensidade (BISHOP *et al.*, 2019), entretanto, este é frequentemente caracterizado como aquele no qual o indivíduo ultrapassa 75% do VO_2 máx., que, por sua vez, reflete a capacidade máxima do organismo em transportar e metabolizar oxigênio, ou simplesmente consumir oxigênio (ATHERTON; PHILLIPS; WILKINSON, 2015).

A demanda energética é suprida por meio de processos metabólicos anaeróbicos e aeróbico, que atuam sinergicamente com o objetivo de gerar adenosina trifosfato (ATP) no músculo esquelético (NADERI *et al*., 2016; WILLIAMS; ROLLO, 2015). Os sistemas anaeróbicos envolvem a degradação das reservas intramusculares de creatina-fosfato (PCr) (sistema ATP-CP ou anaeróbio alático), responsável pelo fornecimento imediato de energia no exercício; e de glicose, com produção de ácido lático (glicólise anaeróbica ou anaeróbico lático), atendendo necessidades energéticas intermediárias. Por outro lado, o sistema aeróbico compreende a queima de substratos (sistema oxidativo), gerando ATP para exercícios de longa duração (NADERI *et al*., 2016; WILLIAMS; ROLLO, 2015; LANHAM-NEW *et al*., 2011; McARDLE; KATCH, F.; KATCH, V., 2014). Este último inclui a oxidação de ácidos graxos, maior formação de ATP (140 mmol) (WILLIAMS; ROLLO, 2015), importante para recuperação entre esforços repetidos de alta intensidade (BARTLETT; HAWLEY; MORTON, 2015). Como se pode observar, a regulação metabólica em exercícios de alta intensidade está intimamente ligada à capacidade do músculo em substituir o ATP, de modo que a reposição da molécula deve ser equivalente à utilização para que a atividade se mantenha, sendo as fontes de ATP dependentes da intensidade (NADERI *et al*., 2016; WILLIAMS; ROLLO, 2015).

O exercício de alta intensidade promove estresse oxidativo (MEADE *et al*., 2018), termo originalmente descrito como “distúrbio no equilíbrio pró-oxidante-antioxidante em favor do primeiro” (SIES; CADENAS, 1985) e, posteriormente, como “um desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em favor dos oxidantes, levando a uma interrupção da sinalização e controle redox e/ou danos moleculares” (MITROU *et al*., 2017). O estresse oxidativo ocorre por meio da produção de radicais livres (RL),

como superóxido (O_{2-}) e óxido nítrico (NO) (POWERS; NELSON; HUDSON, 2011), moléculas difusíveis caracterizadas pela presença de um elétron não emparelhado e alta reatividade, já que o elétron tende a se emparelhar com outro para se estabilizar (CLOSE *et al*., 2005; JONES, 2008). RL produzem oxidantes capazes de alterar estrutura e funções da molécula alvo, comprometendo membrana celular, material genético e eventos enzimáticos (VUJCIC *et al*., 2017). Assim, uma reação em cadeia pode implicar em danos a diversos componentes celulares, como oxidação de proteínas, lipídios e DNA (CLOSE *et al*., 2005; JONES, 2008; RADAK *et al*., 2013). Outras espécies reativas de oxigênio (EROs), como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), também participam do processo de estresse oxidativo (POWERS; JACKSON, 2008).

Por outro lado, sistemas antioxidantes incluem enzimas como superóxido dismutase (SOD), glutationa peroxidase (GPx) e catalase, além de ceruloplasmina, transferrina, glutationa reduzida (GSH), ácido ascórbico (vitamina C) e alfa-tocoferol; e são responsáveis por provocar a lise dos agentes oxidantes (KAYACAN *et al*., 2019a). O estresse oxidativo reflete, portanto, o desequilíbrio ocorrido quando a geração de EROs excede a capacidade de reparação de danos pela defesa antioxidante (PINGITORE *et al*., 2015). Em contrapartida, o equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes é definido como equilíbrio redox ou homeostase redox (NIKOLAIDIS *et al*., 2012). A implicação do exercício diante da homeostase redox está associada a fatores como idade e sexo do indivíduo, bem como intensidade e duração da atividade (KAYACAN *et al*., 2019b).

Embora esteja estabelecido o efeito deletério do excesso de EROs, formadas pela contração do músculo esquelético, ressalta-se que, em concentrações moderadas, esses componentes desempenham importante papel no controle da expressão gênica, sinalização celular para biogênese mitocondrial, regulação endógena de antioxidantes e, ainda, na regulação de adaptações induzidas pelo exercício referentes a hipertrofia e metabolismo oxidativo (POWERS; JACKSON, 2008; RADAK *et al*., 2013; NEMES *et al*., 2018).

Ainda há lacunas a serem preenchidas no que tange o estresse oxidativo induzido pelo exercício. Os locais de produção de EROs na contração muscular, por exemplo, ainda não estão elucidados, com estudos sugerindo que as mitocôndrias não são a principal fonte desses compostos (PARKER; MCGUCKIN; LEICHT, 2014; POWERS; RADAK; JI, 2016). Outro ponto é a relação entre estresse oxidativo e fadiga

muscular, com indícios de um possível efeito causal em estudos *in vitro*, porém, ainda não confirmado em humanos (THEOFILIDIS *et al*., 2018).

Conforme descrito anteriormente, o treinamento intenso, ainda que contribua com a melhora da aptidão física, tende a ser acompanhado pelo desenvolvimento de lesões (PIHLAJAMAKI *et al*., 2019). No público militar, é importante atentar para a relação entre fadiga e risco de lesões, visto a sobrecarga de exercícios a que são submetidos em períodos prolongados (MOLLOY, 2016). A fadiga muscular é definida como “diminuição da produção de força ou potência em resposta à atividade contrátil” e se manifesta pelo declínio na capacidade de trabalho, denominado fatigabilidade (KENT-BRAUN; FITTS; CHRISTIE, 2012; FINSTERER; MAHJOUB, 2014). Ocorre durante a ativação muscular, podendo se apresentar como central ou periférica, quando surgida nos processos ocorridos na medula espinhal e cérebro ou no nervo periférico e na junção neuromuscular, respectivamente (NOAKES, 2012; ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008).

O desenvolvimento da fadiga durante exercícios de alta intensidade pode estar associado a diversos fatores, isolados ou combinados, como redução de ATP, glicogênio e dos estoques de PCr, acúmulo de fosfato inorgânico (P_i), lactato e H^+, elevada concentração extracelular de potássio, além de desidratação e desequilíbrios eletrolíticos (MACLAREN; MORTON, 2011; BAGCHI; NAIR; SEN, 2013). Theofilidis *et al*. (2018) destacam a adoção de marcadores sanguíneos e musculares como ferramenta de auxílio para compreensão do processo de fadiga, a exemplo do lactato, produto da glicólise anaeróbica, que permite estimar o grau de acidose e possíveis consequências na contração muscular. Os autores salientam a necessidade de controle de parâmetros como alimentação antes de sua medição, bem como intensidade e duração do exercício.

Biomarcadores são úteis na avaliação do efeito do exercício, contribuindo com abordagens específicas, como fadiga, estresse oxidativo, danos musculares e hidratação (TERRA *et al*., 2012). Alguns dos marcadores mais comuns são oxidantes e antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos – como capacidade antioxidante total (CAT) –, referentes ao estresse oxidativo; além de aspartato transferase (AST) (ou transaminase glutâmico oxalacética (TGO)), lactato desidrogenase (LDH) e, o que oferece maior resposta, portanto, mais utilizado, CK, relacionados a dano muscular (POWERS *et al*., 2011; THEOFILIDIS *et al*., 2018; BESSA *et al*., 2016). Os valores

são influenciados tanto pelo tipo e intensidade do exercício, quanto pela individualidade fisiológica, apresentando grande variação (BESSA *et al*., 2016).

De acordo com Meliscki *et al*. (2017), os fatores associados ao exercício mencionados podem, ainda, estar ligados a alterações no perfil lipídico – colesterol total (CT), *high density lipoprotein* (HDL), *low density lipoprotein* (LDL) e triglicerídeos (TG) –, o que pode constituir risco cardiovascular. As alterações desencadeadas são potenciais comprometedores de saúde e desempenho, sendo assim, biomarcadores são empregados conjuntamente a testes de desempenho, de modo a permitir uma abordagem mais ampla das respostas fisiológicas do exercício (ARAUJO *et al*., 2019; BESSA *et al*., 2016).

2.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO FÍSICO

O condicionamento físico é influenciado pelas capacidades cardiopulmonar e muscular, portanto, requer determinada distribuição da composição corporal, que, por sua vez, envolve percentuais de massa gorda, massa magra e volume de água corporal (EPSTEIN *et al*., 2015; CORREA-DE-ARAUJO *et al*., 2017). Tais aspectos são de grande relevância para populações militares, de modo que sua manipulação permite preparar os sujeitos para lidar com a demanda física da profissão (TANOFSKY-KRAFF *et al*., 2013; MALKAWI *et al*., 2018).

A gordura corporal se distingue principalmente em subcutânea e visceral. O tecido adiposo subcutâneo caracteriza-se por maior capacidade de armazenamento, enquanto o visceral, maior atividade metabólica (MAILLARD; PEREIRA; BOISSEAU, 2018; WRONSKA; KMIEC, 2012). Este último apresenta maior lipólise, com maior secreção de ácidos graxos, maior produção de citocinas pró-inflamatórias, e está relacionado a riscos cardiovasculares (WRONSKA; KMIEC, 2012; DESPRÉS; LEMIEUX, 2006). A gordura corporal aponta para o armazenamento de energia a longo prazo (KURIYAN, 2018). Por outro lado, a massa muscular está associada à condição funcional e regulação de diversas funções metabólicas – como oxidação lipídica e gasto energético em repouso –, com maiores percentuais refletindo em menor risco cardiometabólico e melhor desempenho atlético (WOLFE, 2006; GARBER *et al*., 2011). Logo, a perda de massa magra é negativa para a composição corporal. Contudo, a composição corporal é influenciada tanto pelo estilo de vida

(atividade física, alimentação, ambiente, cultura), quanto pela genética e metabolismo do indivíduo (WILLOUGHBY; HEWLINGS; KALMAN, 2018).

A compreensão do equilíbrio entre músculo e gordura se dá pela medição da composição corporal, utilizada para fins de avaliação e intervenção nutricional (KURIYAN, 2018). A escolha do método a ser aplicado deve considerar validade, reprodutibilidade, viabilidade e população alvo (LEE; GIOVANNUCCI, 2018; KURIYAN, 2018). Entre as técnicas disponíveis para avaliação de composição corporal, destaca-se a densitometria óssea de dupla absorção de raio-x (DXA), que se refere à aplicação de dois feixes de raios-X, de energias diferentes, com imagens divididas em componentes ósseos e tecidos moles (HIND *et al*., 2018; KURIYAN, 2018). O protocolo envolve o posicionamento do indivíduo deitado em uma cama, com o raio-X passando sobre o corpo, e permite mensuração da composição corporal total e de regiões específicas. Suas vantagens incluem rapidez, baixa exposição à radiação, além de requerer pouca habilidade do sujeito avaliado (KURIYAN, 2018). É o método mais adotado pelo Comitê Olímpico Internacional, com uso crescente também em clubes esportivos de elite e público em geral (MEYER *et al*., 2013; HIND *et al*., 2018).

Em conjunto com o controle da composição corporal, a abordagem realizada para aprimorar a aptidão física deve incluir também a nutrição. O tratamento multidisciplinar é essencial, especialmente para militares que não atendem aos padrões de condicionamento (MALKAWI *et al*., 2018; TANOFSKY-KRAFF *et al*., 2013).

2.5 CONSUMO ALIMENTAR E ADEQUAÇÃO NUTRICIONAL NO EXERCÍCIO FÍSICO

Alimentação e nutrição são determinantes na adaptação fisiológica ao treinamento, constituindo fator crucial na saúde e desempenho de militares. O não atendimento à demanda energética e nutricional implica em deficiências nutricionais, além de afetar as funções física e cognitiva dos sujeitos (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016; McCLUNG; GAFFNEY-STOMBERG, 2016). Ainda que a distribuição corporal seja controlada, como descrito anteriormente, militares podem apresentar ganho de peso associado ao consumo de alimentos de alta densidade energética, o que é desfavorável ao condicionamento físico. Isso ocorre devido ao acesso facilitado,

além de fatores de conveniência já discutidos (MALKAWI *et al*., 2018). Paralelamente, a literatura também menciona a perda de massa corporal pelo público militar (FALLOWFIELD *et al*., 2014). A inadequação alimentar também pode refletir-se em baixo consumo. McAdam *et al*. (2018a) avaliaram a ingestão alimentar de soldados do Exército dos EUA e encontraram déficit de energia e macronutrientes. Os autores ressaltam o impacto negativo desses resultados sobre a resposta ao treinamento, bem como o desenvolvimento de fadiga e lesões.

2.5.1 Métodos de avaliação do consumo alimentar

A avaliação do consumo alimentar se dá por meio de diferentes métodos, que devem ser escolhidos conforme recursos disponíveis e finalidade da intervenção (SHIM; OH; KIM, 2014). Eles se distinguem em indiretos, incluindo Folha de balanço de alimentos e Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), que avaliam consumo médio de grupos populacionais; e diretos, como Questionário de Frequência Alimentar (QFA), Registro alimentar (RA) e Recordatório de 24 horas (R24h), que abordam consumo individual.

O R24h é um método retrospectivo e consiste em uma entrevista detalhada, onde são questionados alimentos e bebidas ingeridos nas últimas 24 horas ou no dia anterior. Estima o consumo atual, porém, se aplicado 3 vezes ou mais, em dias alternados e incluindo um dia de final de semana, pode determinar a alimentação habitual. Caracteriza-se pela sua praticidade, baixo custo, e por não exigir habilidades específicas do entrevistado. Por outro lado, há dificuldade na mensuração de porções e requer memória do entrevistado, entretanto, erros associados a tais desvantagens podem ser minimizados pelo uso de recursos visuais com modelos de porções, bem como pela capacitação de entrevistadores (BURKE, 2015). Tende a subestimar o consumo devido ao sub-relato (MAGKOS; YANNAKOULIA, 2003), todavia, quaisquer instrumentos adotados irão fornecer erros, o que se pode fazer é minimizá-los. Os erros ocorrem desde a coleta das informações até a análise dos dados – com uso de tabelas de composição de alimentos –, seja na codificação ou na correspondência de itens mais semelhantes no banco de dados; e se distinguem em aleatórios ou sistemáticos (GIBSON, 2005).

2.5.2 Ingestão energética e de nutrientes

A adequação da ingestão energética impede o comprometimento das funções fisiológicas, especialmente durante o treinamento militar prolongado (OJANEN; JALANKO; KYROLAINEN, 2018). O baixo consumo energético está associado a prejuízos na renovação óssea e predisposição a lesões musculoesqueléticas (LOUCKS; KIENS; WRIGHT, 2013; BARRACK *et al*., 2010). A literatura traz relatos de educação nutricional com público militar, com abordagem voltada para a redução do consumo de alimentos gordurosos; no entanto, recomenda-se cautela nas orientações, visto a elevada demanda energética da profissão (McADAM *et al*., 2018a).

A recomendação diária de energia varia de acordo com o gasto energético total (GET), que considera o nível de atividade física individual. O GET inclui gasto energético de repouso, gasto energético induzido pela dieta e gasto energético induzido pela atividade (WESTERTERP, 2016). A classificação da FAO (2004) determina intervalos de fator de atividade (FA) para a população geral, com classificação “muito leve” a “muito intensa”, de modo que o GET é calculado pela multiplicação da taxa metabólica basal (TMB) pelo FA. Outra forma, mais precisa, de determinar o GET envolve a aplicação do equivalente metabólico (MET). Neste caso, considera-se as atividades rotineiras, consideradas leves, bem como tipo e tempo de exercício, além de horas de sono (AINSWORTH *et al*., 2000). Além de dieta e atividade física, ditos fatores comportamentais, o GET também é influenciado pela temperatura ambiente, aumentando em condições de frio e calor, devido a tremores e exaustão, respectivamente (WESTERTERP, 2016).

Carboidratos são responsáveis por fornecer substrato, durante o exercício, para as funções central e periférica. Exercícios prolongados estão associados a depleção das reservas de glicogênio muscular, reproduzida em menor produção de energia e, portanto, em fadiga (WILLIAMS; ROLLO, 2015). Por consequência, o consumo deficiente pode gerar um estado de fadiga crônica, de modo a interferir nas adaptações ao treinamento e desempenho (ROYER *et al*., 2018). Diante disso, é imprescindível que se garanta a ingestão adequada do macronutriente, especialmente em exercícios de moderada a alta intensidade (> 65% do VO_2) (KERKSICK *et al*., 2017). A recomendação de carboidratos para o público geral é de 45 a 65% (*Acceptable Macronutrient Distribuition Range* – AMDR) do Valor Energético Total

(VET) da dieta (OTTEN; HELLWING; MEYERS, 2006). Para atletas, a recomendação da *American College of Sports Medicine* (*ACSM*) (2016) é dada em gramas por kg de peso corporal e considera o nível de atividade física (Quadro 1).

Quadro 1. Recomendações de carboidratos para atletas.

Nível de atividade física	Recomendação (g/kg) *
Leve	3 – 5
Moderada	5 – 7
Alta	6 – 10
Muito alta	8 – 10

Leve: atividade de baixa intensidade ou baseada em habilidades. Moderada: programa de exercícios moderado (1h/dia). Alta: programa de resistência (exercícios de 1-3h/dia com intensidade moderada a alta). Muito alta: extremo (exercícios de 4-5h/dia com moderada a alta intensidade). *Fonte: *ACSM*, 2016.

As proteínas atuam na regulação da síntese de proteínas musculares (HAWLEY *et al*., 2011), sendo essenciais para o fornecimento de aminoácidos e atuando como base para adaptações musculares como hipertrofia, reparo de danos, saúde óssea, e ainda, melhor desempenho (JAGER *et al*., 2017; HANSEN *et al*., 2015; BIHUNIAK; INSOGNA, 2015; THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016). As recomendações são de 0,8 g/kg ou 10 a 35% (AMDR) do VET para população geral (OTTEN; HELLWING; MEYERS, 2006) e 1,2 a 2 g/kg para atletas (ACSM, 2016). De acordo com Hector e Phillips (2018), a ingestão de proteínas acima do preconizado pode ser positiva em casos de restrição calórica, pois contribui com a saciedade e o fornecimento de nutrientes como aminoácidos essenciais, vitaminas B12 e D, ferro, zinco e cálcio, já que estão presentes em fontes proteicas de origem animal (PHILLIPS *et al*., 2015).

Por outro lado, a adequação da ingestão de lipídios objetiva fornecer ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis (RODRÍGUEZ; DI; LANGLEY, 2009). As recomendações são de 20 a 35% do VET, tanto para público geral (AMDR) quanto para atletas (OTTEN; HELLWING; MEYERS, 2006; ACSM, 2016). A ingestão abaixo do limite inferior preconizado afeta a absorção de vitaminas A, D e E, bem como o provimento de ômega-3 e ômega-6 (RODRÍGUEZ; DI; LANGLEY, 2009; MARTORELL *et al*., 2015). Em contrapartida, o excesso prejudica a qualidade da dieta, já que interfere na ingestão de carboidratos, gerando repercussões negativas no desempenho associadas ao maior risco de lesões (ROYER *et al*., 2018).

Micronutrientes são necessários em diversas vias metabólicas associadas ao exercício, de modo que a necessidade de alguns é aumentada com o treinamento (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016). Vitaminas antioxidantes como A, C e E contribuem com a prevenção de danos musculares gerados pelo exercício (GRAVINA *et al*., 2012). Além de desempenhar importante papel na visão, proliferação e diferenciação celulares, a vitamina A contribui com a integridade do sistema imune. Sua deficiência aumenta a incidência de infecções, enquanto o excesso se manifesta, por exemplo, com a secura de mucosas e dores ósseas e articulares. A vitamina C, por sua vez, é descrita como antioxidante primordial devido a sua capacidade de ceder e receber elétrons, enquanto a vitamina E se destaca como protetora dos tecidos musculares contra lesões oxidativas. Além de interromper reações em cadeia na peroxidação lipídica, ela protege as cadeias de ácidos graxos poli-insaturados das membranas celulares (PELUZIO; OLIVEIRA; COSTA, 2008). Vitaminas do complexo B, assim como vitamina C, atuam como coenzimas em diversas rotas metabólicas (PELUZIO; OLIVEIRA; COSTA, 2008); B12 em especial, é essencial para a produção de glóbulos vermelhos, síntese proteica e reparo de tecidos (GRAVINA *et al*., 2012).

O cálcio apresenta função estrutural, sendo importante para o crescimento, manutenção e reparo do tecido ósseo, além de atuar como cofator para enzimas e proteínas extracelulares e na regulação da contração muscular (COSTA; PELUZIO, 2008; KSIAZEK; ZAGRODNA; SLOWINSKA-LISOWSKA, 2020). Com relação ao ferro, a ingestão é necessária para o metabolismo energético e para o transporte de O_2 e CO_2, principalmente. Sua deficiência pode gerar anemia, prejudicando cognição e desempenho físico (COSTA; PELUZIO, 2008; WILSON *et al*., 2011). Outros micronutrientes a serem destacados são selênio e zinco. Eles atuam como cofatores de enzimas endógenas, como superóxido dismutase e glutationa peroxidase, relacionadas à regulação do estresse oxidativo; sendo que, quando insuficientes, comprometem a defesa contra RL (COSTA; PELUZIO, 2008). Papadopoulou *et al*. (2012) reforçam a relevância da adequação na ingestão de macro e micronutrientes para o desempenho e redução de fadiga e risco de lesões.

2.6 ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA RECUPERAÇÃO FÍSICA

O exercício prologado de alta intensidade promove déficit energético, condição que pode ser agravada pela nutrição deficiente. O déficit energético constitui

balanço energético negativo (gasto > ingestão) comumente associado a diminuição de massa corporal, incluindo massa gorda e massa magra (ARMSTRONG *et al*., 2012; IHLE; LOUCKS, 2004).

A restrição energética (RE) é, muitas vezes, utilizada como estratégia de melhoria de desempenho em esportes específicos, que envolvem categorias de peso e aspectos estéticos (SUNDGOT-BORGEN; GARTHE, 2011). Contudo, deve-se atentar para a consequente tendência de perda de massa magra (HECTOR; PHILLIPS, 2018). Ademais, a RE é acompanhada pela carência de macronutrientes, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais (PONS *et al*., 2018).

Militares frequentemente apresentam redução de peso resultante de períodos de balanço energético negativo (THARION *et al*., 2005). A situação está diretamente associada a alterações de desempenho e adaptação fisiológica ao exercício (IHLE; LOUCKS, 2004). Diferentes estratégias podem ser adotadas para fins de reparo de danos gerados. O uso de suplementos nutricionais é uma delas, e é frequente em grupos militares (HOFFMAN *et al*., 2015). Estudos que avaliaram o uso desses produtos, por profissionais das Forças Armadas, constataram uma prevalência de cerca de 70% (CASSLER *et al*., 2013; KNAPIK *et al*., 2016; KNAPIK *et al*., 2018).

Os benefícios associados envolvem melhorias de força e tamanho muscular (HOFFMAN *et al*., 2015), retardo da fadiga e otimização do desempenho (LARSON-MEYER; WOOLF; BURKE, 2017). São especialmente importantes em treinamentos intensos em ambientes extremos, uma vez que melhoram a imunidade, contribuindo, por exemplo, com menor risco de infecções (PRASERTSRI *et al*., 2019; GLEESON, 2016). É importante ressaltar que o uso de suplementos não reverte inadequações de consumo alimentar, ao passo que quando adequado, o segundo pode potencializar os efeitos do primeiro (LARSON-MEYER; WOOLF; BURKE, 2017).

Os antioxidantes se destacam entre as propriedades mais exploradas em suplementos nutricionais. Fornecidos também pela dieta, esses compostos atuam, principalmente, no sequestro de RL gerados no exercício (BERGER, 2005). Além de combater o estresse oxidativo, reduzem dores musculares e estão associados à melhora do desempenho (WU *et al.,* 2018). Por outro lado, sua aplicação tem sido associada negativamente ao processo de adaptação ao treinamento físico (MERRY; RISTOW, 2016). Sugere-se que a ingestão crônica poderia comprometer o desempenho. Em contrapartida, há relatos positivos de ingestão aguda, evidenciando a necessidade de novas pesquisas com uso de antioxidantes em diferentes momentos

e períodos de tempo (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015). Ainda assim, Vitale e Getzin (2019) salientam que a estratégia é válida para atletas já adaptados ao treinamento, sendo benéfica para o processo de recuperação.

De qualquer forma, deve-se lembrar que diferentes compostos podem ter diferentes efeitos fisiológicos (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015). Por exemplo, enquanto alguns autores mencionam a possibilidade da suplementação com vitamina C atenuar adaptações benéficas do treinamento, prejudicando o desempenho (BRAAKHUIS; HOPKINS, 2015), há indícios de que polifenóis são capazes de induzir a adaptação mitocondrial e melhorar a circulação periférica, assim como o exercício (NOGUEIRA *et al*., 2011; WADLEY; MCCONELL, 2007).

Os polifenóis, compostos derivados de plantas e que apresentam mais de um grupo fenólico (TRESSERRA-RIMBAU; ARRANZ; VALLVERDU-QUERALT, 2017), são classificados em ácidos fenólicos e flavonoides. Estes últimos são os principais polifenóis da dieta, com potencial atividade antioxidante, e incluem flavonóis, flavonas, flavononas, antocianidinas e isoflavonas (GLEESON, 2016; TEIXEIRA *et al*., 2019). Flavonoides se apresentam, principalmente, em suas formas glicosídicas, onde uma ou mais porções de açúcar se ligam a grupos fenólicos ou a um grupo hidroxila no C-3 (MANACH *et al*., 2004).

Polifenóis estão presentes em diversos alimentos e bebidas, como maçã, pera, cebola, frutas e sucos cítricos, chá verde, cerveja e vinho tinto. O consumo desses compostos exerce diversos efeitos benéficos à saúde, pois, além de atuarem como antioxidantes, também apresentam propriedades anti-inflamatória, antipatogênica, cardioprotetora e anticarcinogênica. Em atletas, tais aspectos são de grande relevância, porém, consumir grandes quantidades de frutas e vegetais pode ser inviável, já que há necessidade de ingerir muita energia derivada de carboidratos e proteínas para atender às necessidades. Desse modo, o uso de produtos à base de polifenóis, se mostra como alternativa pertinente (GLEESON, 2016).

2.7 QUERCETINA

2.7.1 Definição e biodisponibilidade

A quercetina (3,3’,4’,5,7-pentahidroxiflavona) (Figura 1) é um flavonol presente em frutas e vegetais, com destaque para maçãs, cebolas e brócolis (BOOTS;

HAENEN; BAST, 2008). A quantidade varia, sendo inferior a 10 mg/kg em vegetais, enquanto pode chegar a 40 mg/kg em maçã e 100 mg/kg em cebola (SIMIONI *et al*., 2018). Andres *et al*. (2018) verificaram uma ingestão de quercetina, em dietas ocidentais, entre 3 e 40 mg/dia. Em contrapartida, Simioni *et al*. (2018) afirmam que esse valor atinge cerca de 250 mg/dia, com o consumo de frutas e legumes. A recomendação do flavonol, na forma de suplementos, se dá entre 500 e 1000 mg/dia.

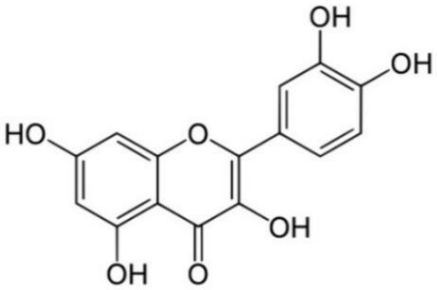


Figura 1. Estrutura molecular da quercetina.

Fatores como diferenças na glicosilação, forma alimentar em que é consumida e ingestão simultânea de nutrientes, como fibra e gordura, influenciam na absorção (GUO *et al*., 2013). A absorção do glicosídeo de quercetina, sua forma natural, varia entre 3 e 17%, em indivíduos saudáveis que recebem uma dose de 100 mg (LI *et al*., 2016). A quercetina glicosilada é melhor absorvida do que na sua forma aglicona (SIMIONI *et al*., 2018) e humanos podem absorver quantidades significativas deste não-nutriente, seja em alimentos ou suplementos, apresentando meia-vida na faixa de 11 a 28 horas (MANACH; MAZUR; SCALBERT, 2005; NIEMAN *et al*., 2010). A biodisponibilidade do flavonol, que é relativamente baixa, depende do tipo de açúcar e seu local de conjugação, e é determinante para o desempenho de suas funções fisiológicas (LI *et al*., 2016; MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018).

2.7.2 Metabolismo da quercetina

Ao atingirem o epitélio intestinal, glicosídeos de quercetina são desglicosilados no intestino delgado ou grosso, conforme o tipo de açúcar. Entre eles se destacam quercetina-3-O-glicosídeo (Q3G) e quercetina-4’-O-glicosídeo (Q4’G), que apresentam biodisponibilidade semelhante em humanos. As enzimas lactase florizina hidrolase (LPH; presente na borda da escova) e β-glucosidase citosólica

(CBG; nos enterócitos) atuam transformando Q3G e Q4’G em quercetina aglicona, sendo que CBG age somente sobre Q4’G (MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018; OLTHOF *et al*., 2000).

Nas células intestinais, uridina-5'-difosfato-glucuronosiltransferase (UGT) e sulfotransferases (SULT), enzimas de conjugação responsáveis pela metabolização de flavonoides, formam quercetina-3’-O-sulfato (Q3’S) e quercetina-3-O-glucoronídeo (Q3GA) (MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018; VAN DER WOUDE *et al*., 2004). Em seguida, os metabólitos são transportados para a veia porta. No fígado, diversos conjugados são produzidos pela ação de UGT e SULT, além de catecol-O-metiltransferases (COMT) e β-glucuronidase. Desse modo, conjugados de quercetina, em diferentes formas, podem ser encontrados no plasma e na urina, de modo que dificilmente se acumulam no plasma. Alguns são excretados no intestino, pela bile, onde são desconjugados pela microbiota e reabsorvidos, o que estende a meia-vida dos flavonoides no plasma (MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018; ARTS et al., 2004).

A ação de bactérias intestinais sobre glicosídeos de quercetina leva à produção de vários metabólitos. A Q4’G pode ser convertida em ácidos fenólicos, como ácido 3,4-dihidroxifenilacético (DOPAC) e ácido 3-hidroxifenilacético (OPAC), sendo que o primeiro constitui o principal catabólito dos glicosídeos de que quercetina (MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018).

2.7.3 Benefícios associados à ingestão de quercetina

A quercetina tem despertado o interesse de pesquisadores, que buscam verificar a implicação do flavonol sobre desempenho e adaptação ao treinamento físico, bem como sobre o sistema imune (GLEESON, 2016). Alguns autores mencionam efeito positivo em atletas, como redução do esforço percebido, além de estímulo do crescimento mitocondrial (SIMIONI *et al*., 2018; WADLEY; MCCONELL, 2007). Braakhuis e Hopkins (2015) revisaram estudos voltados para esse fim e constataram que a ingestão do flavonol é benéfica em exercício de resistência, com doses de 1000 mg/dia, salientando, assim como Gleeson (2016), a importância da dosagem. Outros efeitos positivos para o desempenho físico incluem redução da perda de força muscular, maior volume total de exercícios de resistência (PATRIZIO *et al*., 2018; BAZZUCCHI *et al*., 2019), redução de dor e dano muscular, aceleração

da recuperação muscular (MARTIN-RINCON *et al*., 2020), aumento de VO_2 máximo e tempo até a fadiga (DAVIS *et al*., 2009b).

O composto é conhecido principalmente pelo seu potencial antioxidante, capacidade relacionada à estrutura da molécula, de modo que é maior na forma aglicona quando comparada com a forma conjugada (WU *et al*., 2017; MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018). A variação se dá pela presença e posição de grupos hidroxila, que atuam na eliminação de RL, protegendo contra lesões (SANTOS; MIRA, 2004). O DOPAC também atua na eliminação de RL, além de inibir a secreção de citocinas pró-inflamatórias, auxiliando, portanto, na promoção de efeitos fisiológicos benéficos associados aos glicosídeos de quercetina (TANG *et al*., 2016; MONAGAS *et al*., 2009; MUROTA; NAKAMURA; UEHARA, 2018).

No geral, a literatura menciona não somente o poder antioxidante da quercetina, mas também anti-inflamatório, psicoestimulante e antipatogênico, propriedades fundamentais para a saúde geral (AGUIRRE *et al*., 2011); além disso, não há indícios de efeitos tóxicos ao organismo. Tomados em conjunto, esses aspectos fazem do flavonoide um componente promissor na proteção contra danos oxidativos e promoção da saúde integral (SIMIONI *et al*., 2018).

Embora alguns estudos avaliem os efeitos da quercetina no exercício físico, ainda são escassos estudos que descrevem a relação entre o consumo de quercetina e composição corporal, variáveis bioquímicas e desempenho físico de militares. A confirmação destes achados permitirá a elaboração de recomendações mais específicas com vistas à redução do estresse oxidativo e melhora do condicionamento físico. Fortalecerá, ainda, as evidências de que a quercetina pode ser um importante composto na utilização de fórmulas dietéticas para militares e torna-se oportuno para aplicações em condutas nutricionais que visam a melhoria do desempenho em indivíduos engajados em treinamento e exercícios de alta intensidade.

3 JUSTIFICATIVA

A prática de exercício físico de alta intensidade gera uma carga de estresse metabólico capaz de promover alterações celulares e fadiga muscular, sendo estes fatores prejudiciais ao desempenho físico na atividade militar. Considerando que os militares necessitam de condicionamento físico avançado em possíveis situações emergenciais, é inevitável que sejam submetidos a um treinamento extenuante. Diante disso, as Forças Armadas buscam reduzir os impactos à saúde e ao desempenho, bem como as perdas de militares associadas à intensidade do exercício.

A Marinha do Brasil, portanto, desenvolveu uma barra de cereal fortificada com quercetina como estratégia nutricional para ser aplicada na rotina de treinamento e atividade militar. Assim, é necessário avaliar os efeitos do consumo do produto, a fim de verificar seus benefícios ou mesmo se ele pode provocar alguma condição desfavorável ao desempenho físico. O presente estudo contribuirá com o melhor entendimento acerca da eficácia e das alegações funcionais do produto, que pode ser uma importante estratégia para otimizar o desempenho militar.

Diversos estudos relatam que a quercetina apresenta efeitos biológicos relevantes para o desempenho físico. No entanto, as pesquisas encontradas geralmente foram realizadas em condições laboratoriais controladas, o que diverge da prática militar. Este estudo considerou variáveis ecológicas do serviço militar, incluindo rotina de alimentação, sono e treino, favorecendo possíveis aplicações práticas. Além disso, ainda são escassos os estudos avaliando os efeitos da ingestão de quercetina ainda em humanos, especialmente em populações fisicamente ativas, de modo que o presente estudo pode contribuir nesse sentido.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da ingestão de barra de cereal fortificada com quercetina sobre variáveis corporais, bioquímicas e desempenho físico, durante o treinamento militar para Comandos Anfíbios da Marinha do Brasil.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os perfis dietético, bioquímico, antropométrico e de composição corporal dos militares participantes do COMANF;
- Determinar composição centesimal, compostos fenólicos totais e flavonoides, bem como capacidade antioxidante total das barras de cereal (fortificada com quercetina e placebo) desenvolvidas;
- Comparar os marcadores bioquímicos, a composição corporal e o desempenho físico dos grupos quercetina e placebo, na linha de base e após 58 dias de intervenção nutricional;
- Verificar correlações entre os marcadores bioquímicos e a composição corporal com o consumo alimentar e o desempenho físico nos grupos estudados.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E DA AMOSTRA

Este estudo teve sua aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias, com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 66230417.9.0000.5256, Parecer nº 2.101.901 (ANEXO 1).

Trata-se de um ensaio clínico, randomizado, duplo-cego controlado por placebo, de intervenção nutricional para avaliar a eficácia de um alimento funcional – barra de cereal fortificada com quercetina (BCQ). A amostragem se deu por conveniência, incluindo todos os fuzileiros navais, do sexo masculino, que se candidataram ao COMANF (qualquer militar que esteja apto na inspeção de saúde pode se candidatar) (Figura 2). Em seguida, os militares foram randomizados, de forma aleatória simples, de modo a balancear o n amostral de dois grupos: quercetina e placebo. O ensaio clínico foi registrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) como RBR-6gfsbv.

Os militares ingressantes no COMANF não passaram por treinamento prévio, portanto, não foram disponibilizados dados de desempenho físico apresentados antes do curso. Durante a fase preparatória, os militares ficavam confinados de segunda a sexta-feira, com possibilidade de irem para casa aos finais de semana.

Foram incluídos neste estudo militares não portadores de doenças crônicas, inflamatórias, infecciosas, e/ou em uso regular de medicamentos e esteroides anabolizantes. Foram excluídos deste estudo os militares que não cumpriram todas as etapas de coleta de dados.

Os militares foram previamente orientados quanto aos procedimentos e finalidade da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (ANEXO 2).

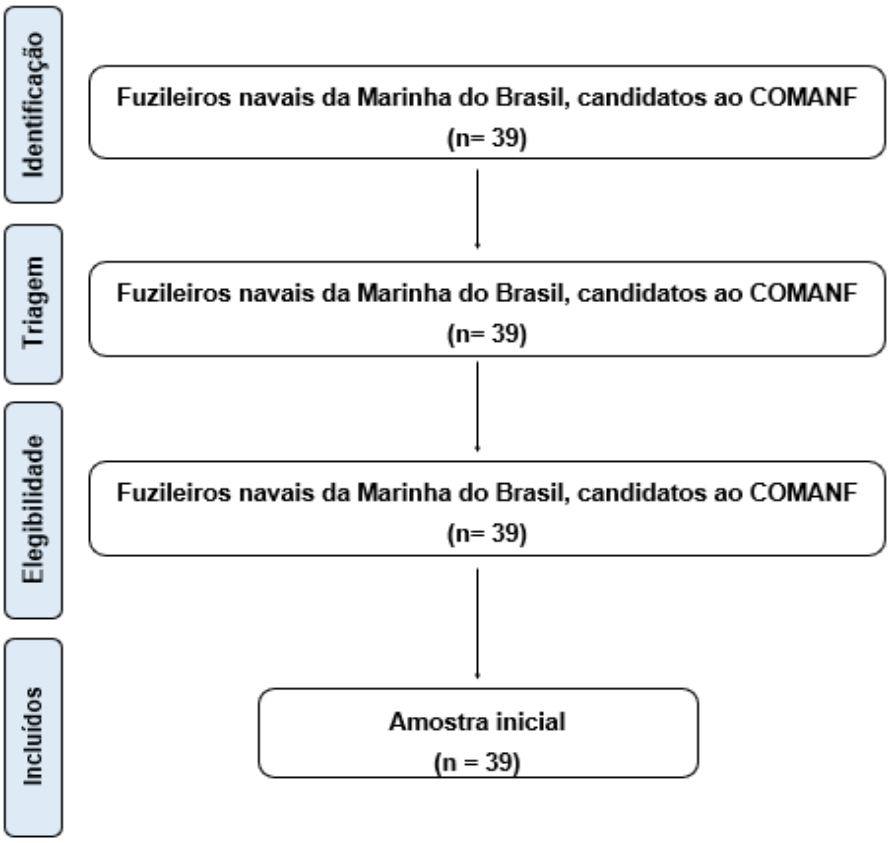


Figura 2. Fluxograma do processo de amostragem dos voluntários.

5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

A coleta de dados foi realizada entre os meses abril e junho de 2019, período que compreendeu a fase preparatória do COMANF. Na linha de base (T0), os militares foram submetidos à avaliação antropométrica, realizada por nutricionistas, e avaliação de composição corporal, conduzida por um técnico em radiologia, no Laboratório Interdisciplinar de Avaliação Nutricional (LIAN) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Foram realizadas ainda, no Centro de Instrução Almirante Silvio de Camargo (CIASC), avaliação de consumo alimentar, por nutricionistas, coleta de sangue, por técnicos em enfermagem da Marinha do Brasil, antes e após testes de desempenho físico, sendo estes supervisionados por um educador físico. Após 6 dias da linha de base, iniciou-se a intervenção nutricional, com distribuição diária das BCQ e placebo. Em T16, T30 e T45, foi realizada avaliação de consumo alimentar, por nutricionistas, no CEFAN. Em T57, os militares foram novamente avaliados quanto a indicadores antropométricos e de composição corporal, por nutricionistas e por um técnico em radiologia, respectivamente, no LIAN da UERJ. Após 58 dias de intervenção (T58), foram realizadas, no CEFAN, avaliação de consumo alimentar, por

nutricionistas, coleta de sangue, por técnicos em enfermagem da Marinha do Brasil, antes e após testes de desempenho físico, supervisionados por educador físico. (Figura 3).

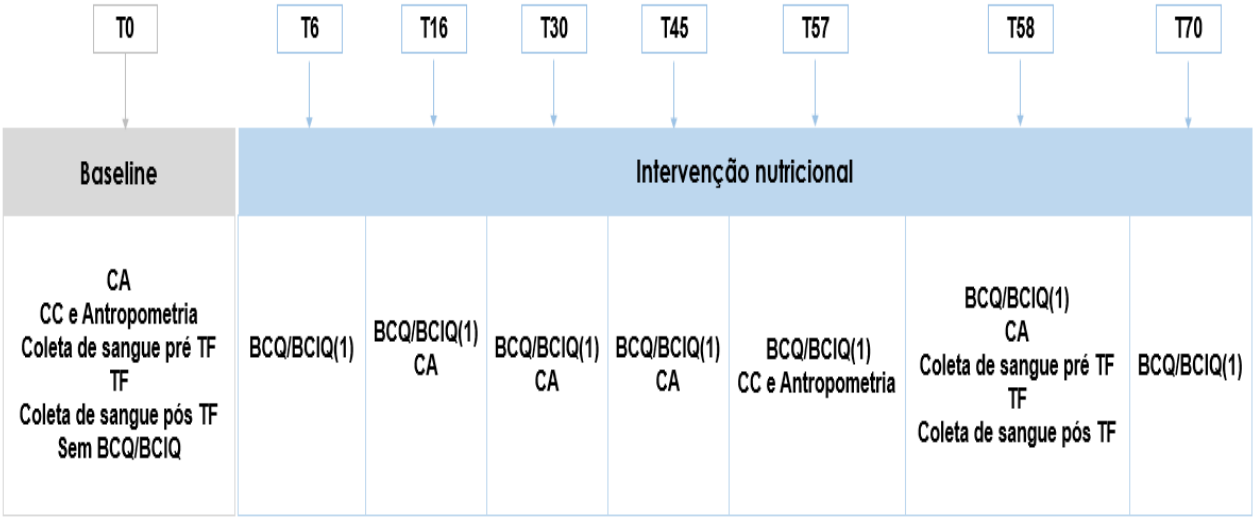


Figura 3. Desenho do estudo. Legenda: BCQ = barra de cereal fortificada com quercetina; BCIQ = barra de cereal isenta de quercetina (placebo); CA = avaliação de consumo alimentar; CC = avaliação de composição corporal; TF = teste físico. n amostral: T0=35; T16=19; T30=19; T45=19; T57=19; T58=18; T70=13.

5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BARRAS DE CEREAL

5.3.1 Composição centesimal, Valor Energético Total e mineralograma

A determinação de umidade foi realizada a partir de secagem em estufa a 105ºC. Resíduo mineral fixo foi analisado por meio de incineração em mufla a 550ºC (IAL, 2008). Lipídios foram analisados pelo método de Bligh e Dyer (1959) e proteínas pelo método de micro-Kjeldahl. As análises foram realizadas em triplicata. O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença, subtraindo de 100 os valores obtidos para umidade, cinzas, lipídios e proteínas (IAL, 2008). Para fibras alimentares totais adotou-se o método enzimático-gravimétrico conforme AOAC (1990). O VET foi calculado de acordo com os fatores de conversão de Atwater, sendo 9 kcal/g para lipídios e 4 kcal/g para carboidratos e proteínas (WATT; MERRILL, 1963).

Os minerais cálcio, cromo, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, sódio e zinco foram analisados segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação de cálcio, magnésio, ferro, manganês, crômio e zinco se deu por meio de Espectrofotometria de Absorção Atômica em Chama; para sódio e potássio,

Espectrofotometria de Emissão Atômica, e para determinação de fósforo, Espectrofotometria Absorção Molecular (Visível). As curvas de calibração para os metais analisados estão descritas no Apêndice A.

5.3.2 Compostos antioxidantes e capacidade antioxidante

Para determinação de compostos antioxidantes e capacidade antioxidante foram obtidos extratos, seguindo um procedimento adaptado de Cavalcante *et al*. (2017).

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado conforme procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965), com resultados expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE) por 100 g do alimento. A determinação de flavonoides totais foi realizada segundo o método descrito por Kim, Jeong, Lee (2003), sendo os resultados expressos em mg de catequina por 100 g do alimento. Dados de peso da amostra e quantidade de solvente, bem como as curvas padrão das análises estão descritos nos Apêndices B e C.

A capacidade antioxidante foi determinada pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET,1995), com resultados expressos em µmol TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao trolox) por 100g do alimento; pelo método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) (BENZIE; STRAIN,1996; RUFINO et al.,2006), com resultados expressos em µmol equivalente de Trolox por 100g do alimento; e pelo método ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina) 6-ácido sulfônico) (RE *et al*., 1999; RUFINO *et al*.,2007), com resultados expressos em µmol equivalente de Trolox por 100g do alimento. Peso da amostra, quantidade de solvente e curvas padrão utilizadas estão descritos dos Apêndices D, E e F.

5.4 INTERVENÇÃO NUTRICIONAL

A intervenção nutricional foi mantida por dois meses (abril a junho de 2019) (fase preparatória do COMANF, quando é realizado um nivelamento da turma), pois as etapas posteriores a este período preparatório são mais rígidas quanto a privação de sono e condições inapropriadas para alimentação e treinamento (fases de selva,

em diferentes ecossistemas). O curso de formação foi finalizado em dezembro de 2019, mas não tivemos acesso aos militares após a fase preparatória.

O grupo quercetina recebeu barra de cereal contendo 600 mg quercetina (BCQ), e o grupo placebo, barra de cereal com os mesmos ingredientes da primeira, porém isenta do flavonol (placebo), ambas contendo 50 g.

As barras de cereal foram distribuídas diariamente, no período da manhã (aproximadamente 9h30), entre o desjejum e o almoço, por um militar designado para a função que monitorou o consumo diário nos dias úteis. Realizou-se ainda acompanhamento por telefone, nos finais de semana, quando os indivíduos estavam em casa, a fim de controlar a adesão ao consumo. Os participantes da pesquisa foram orientados a manter o consumo habitual de alimentos.

5.5 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL

A tomada das medidas antropométricas foi conduzida estando os sujeitos descalços, com roupas leves e sem objetos e/ou adornos. A aferição de peso (kg) foi realizada por meio de balança de escala digital (Filizola®), estando os indivíduos com os pés juntos, posicionados ao centro, com coluna ereta e braços estendidos ao longo do corpo. Para mensuração da estatura (m), utilizou-se estadiômetro (Altura Exata®) e os indivíduos foram orientados a se posicionarem em pé, com o peso igualmente distribuído entre os pés (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988).

A composição corporal (massa gorda e massa livre de gordura em kg e %) foi determinada por DXA (*Prodigy Advance Plus Lunar – GE Healthcare®*, *software* versão 12.3). O equipamento foi calibrado diariamente de acordo com o protocolo do fabricante. Os militares foram orientados a se posicionarem em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, sem quaisquer adereços metálicos, e permanecerem imóveis enquanto o detector passava sobre o corpo (do topo da cabeça até os pés) (KURIYAN, 2018). Cada exame teve duração de aproximadamente 20 minutos.

5.6 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

No momento das coletas de sangue, foi feita punção da veia antecubital, com material descartável. Utilizou-se tubos a vácuo (Vacuette®), contendo os anticoagulantes EDTA (roxa) para sangue total e heparina lítica (verde) para sangue

total/plasma, e coagulante sílica (vermelha) para soro. Imediatamente após a coleta, os tubos foram centrifugados (*Baby I Centrifuge – 206 – FANEM*), para separação do plasma, e separou-se alíquotas das amostras em microtubos criogênicos. Em seguida, as amostras foram congeladas e transportadas, em caixa de poliestireno, ao Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para Fins Especiais e Educacionais (DAFEE) da UFRJ, onde seguiram armazenadas em ultra freezer (- 80ºC) até o momento das análises.

Foram analisados marcadores de perfil lipídico, incluindo CT, HDL, LDL e TG; e de dano celular, como CK, alanina aminotransferase (ALT), AST e CAT, além de creatinina, glicose, ácido úrico e ureia. As amostras foram analisadas em analisador bioquímico automático (RANDOX Daytona®), por meio de kits de reagentes.

Analisou-se ainda mioglobina e proteína carbonilada. A concentração sérica de mioglobina foi avaliada em duplicata, conforme instruções do fabricante (Boster®). Por outro lado, as concentrações de proteína carbonilada foram analisadas em triplicata, adotando o protocolo de Mesquita *et al*. (2014). Foram adicionados 80 µL de 0,5 M de ácido fosfórico (H_2PO_4) com (reativo) e sem (branco) 10 mM de 2,4 dinitrofenilhidrazina (DNPH) a 80 µL de amostra. Após 10 minutos de incubação, foram adicionados 40 µL de hidróxido de sódio (NaOH) 6M. Após 10 minutos, as placas foram lidas em leitor de placas VICTOR X3^{TM} (PerkinElmer®), no comprimento de onda de 450 nm. A concentração de proteína carbonilada foi calculada por meio de coeficiente de extinção molar (22308 $M^{-1}.cm^{-1}$) e foi expressa em nmol/mL.

O perfil bioquímico apresentado pelos militares foi comparado com os respectivos valores de referência. Para glicemia, Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), (2019); para perfil lipídico, Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) (2017); para ALT, AST, creatinina e ácido úrico, Kratz *et al*. (2004); para ureia, Calixto-Lima e Reis (2012). Para CK foi considerado o intervalo recomendado por Mougios (2007) e, para CAT, adotou-se o valor proposto por Rice-Evans (2000) (Quadro 2). Proteína carbonilada e mioglobina foram analisados somente para fins de acompanhamento da evolução ao longo do estudo.

Quadro 2. Valores de referência para indicadores bioquímicos.

	Valores de referência
Glicose (mg/dL)	< 100 [a]
CT (mg/dL)	< 190 [b]
HDL (mg/dL)	> 40 [b]

LDL (mg/dL)	<130 [b]
TG (mg/dL)	< 175 [b]
ALT (UI/L)	<35 [c]
AST ((UI/L)	<35 [c]
CK (U/L)	82 a 1083 [d]
CAT (mmol/L)	1,41 [e]
Creatinina (mg/dL)	< 1,5 [c]
Ácido úrico (mg/dL)	2,5 a 8 [c]
Ureia (mg/dL)	10 a 40 [f]

Fontes: a = Sociedade Brasileira de Diabetes (2019); b = Sociedade Brasileira de Cardiologia (2017); c = Kratz *et al*. (2004); d = Mougios (2007); e = RICE-EVANS (2000); f = Calixto-Lima e Reis (2012). Legenda: ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

5.7 AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR

O consumo alimentar foi avaliado por meio de cinco R24h (ANEXO 3). As medidas caseiras das porções de alimentos consumidos foram convertidas em medidas exatas de massa e volume, de acordo com a Tabela para Avaliação do Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO *et al*., 2004). Os dados obtidos foram tabulados em uma planilha de Excel desenvolvida pelo grupo de pesquisa, sendo a composição nutricional da alimentação analisada com base na tabela de composição de alimentos TACO (2011) / USDA (2015), com prioridade da primeira. Posteriormente, o consumo alimentar apresentado pelos militares foi comparado às recomendações nutricionais.

Para macronutrientes considerou-se as faixas de *AMDR* e o preconizado por *ACSM* (2016). Tendo em vista que os indivíduos se encontravam no início da fase preparatória do COMANF, adotou-se valores entre moderada e intensa atividade física para as necessidades de carboidrato. Para fibras e micronutrientes (cálcio, ferro, selênio, zinco, e vitaminas A, B12, C e E) foi utilizada *Dietary Reference Intake* (*DRI*) como referência (*AI*, *EAR*, *RDA*, *UL*) (OTTEN; HELLWING; MEYERS, 2006) (Quadro 3).

Quadro 3. Recomendações nutricionais.

	AMDR	***ACSM***	***AI***
Carboidrato	45 – 65 %	5 – 10 g/kg	-
Proteína	10 – 35 %	1,2 – 2,0 g/kg	-
Lipídio	20 – 35 %	20 – 35 %	-
Fibra (g)			38

	RDA	***UL***	***EAR***
Cálcio (mg)	1000	-	800
Ferro (mg)	8	45	6
Selênio (µg)	55	400	45
Zinco (mg)	11	40	9,4
Vitamina A (µg)	900	3000	625
Vitamina B12 (µg)	2,4	-	2
Vitamina C (mg)	90	2000	75
Vitamina E (mg)	15	1000	12

AMDR = Acceptable Macronutrient Distribuition Range. *ACSM = American College of Sports Medicine*. *AI = Adequate Intake*. *RDA = Recommended Dietary Allowance. UL = Tolerable Upper Intake Level. EAR = Estimated Average Requirement*.

5.8 TESTES FÍSICOS

A avaliação física ocorreu no período da manhã, entre desjejum e almoço, e incluiu corrida, salto em distância e teste de preensão manual. Neste último, realizado com uso de dinamômetro (Medi-ción®), o militar, sentado com a coluna ereta, foi orientado a segurar o aparelho com o braço em posição de 90º e aplicar a maior força possível, durante três segundos. O procedimento foi realizado em ambas as mãos, e repetido após um minuto de intervalo de descanso. Após serem instruídos por um educador físico, o salto em distância foi realizado pelos militares em somente uma tentativa antes e após a corrida, para não haver interferência na força e potência de uma tentativa sobre o momento seguinte.

Os testes de preensão manual e salto em distância foram realizados antes e após uma corrida de 2,4 km contrarrelógio (COOPER, 1968), considerada fator estressante. Os tempos de percurso apresentados pelos militares foram classificados de acordo com Delgado (2004) (Quadro 4).

Quadro 4. Classificação para o teste de 2400m.

	Idade (anos)				
	13 – 19	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59
	Tempo de percurso (minutos)				
Muito fraco	>15:31	>16:01	>16:31	>17:31	>19:01
Fraco	12:11-15:30	14:01-16:00	14:44-16:30	15:36-17:30	17:01-19:00
Razoável	10:49-12:10	12:01-14:00	12:31-14:45	13:01-15:35	14:31-17:00
Bom	9:41-10:48	10:46-12:00	11:01-12:30	11:31-13:00	12:31-14:30
Muito bom	8:37-9:40	9:45-10:45	11:01-12:30	11:31-13:00	12:31-14:30
Excelente	8:37-9:40	9:45-10:45	10:00-11:00	10:30-11:30	11:00-12:30

Fonte: adaptado de Delgado (2004).

5.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

5.9.1 Comparação entre as barras de cereais

Para determinar capacidade antioxidante e fenólicos totais e flavonoides, as equações de regressão linear para as curvas de calibração (r2> 0,99) foram obtidas com o Software *Spectra ManagerTM* v. 2.08.01 (Jasco, Maryland, Estados Unidos). Para comparar composição centesimal, VET, minerais, capacidade antioxidante e compostos antioxidantes das barras de cereal, aplicou-se teste Bonferroni-Dunn.

5.9.2 Variáveis relacionadas aos participantes

Considerando o n amostral reduzido, assumiu-se distribuição assimétrica para todas as variáveis avaliadas. Para comparações de consumo alimentar intragrupos, aplicou-se teste de Friedman com Pos-Hoc de Dunn, e para comparações intergrupos, Kruskal Wallis. Para composição corporal, perfil bioquímico e desempenho físico, as comparações intragrupos foram realizadas por meio de teste de Wilcoxon, enquanto as comparações intergrupos consideraram teste Mann-Whitney.

Para avaliar relação entre as variáveis corporais, bioquímicas, e de desempenho físico, foram realizadas correlações de Spearman. Para todo o tratamento de dados utilizou-se o *software* GraphPad Prism 8.0, considerando $p < 0,05$ para significância estatística.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram incluídos 39 sujeitos no início do estudo, com idades entre 24 e 33 anos. Entretanto, o COMANF se caracteriza como um curso desgastante, onde é exigido elevado grau de resistência e comumente ocorrem desistências. Até o fim da intervenção nutricional, 26 militares haviam desistido do curso. Destes, 4 foram excluídos por ausência de dados e 1 apresentou rabdomiólise, segundo diagnóstico médico fornecido pela Marinha do Brasil. A intervenção nutricional foi finalizada após 70 dias de estudo (T70), quando restaram somente 13 militares.

Esta seção se apresenta em dois capítulos, sendo o primeiro referente à caracterização da população de estudo, incluindo perfil dietético, bioquímico, antropométrico e de composição corporal dos fuzileiros navais recrutados para o COMANF; e o segundo, referente à evolução das variáveis corporais, bioquímicas, de consumo alimentar e desempenho físico dos militares, ao longo da intervenção nutricional.

6.1 CAPÍTULO 1: PERFIL DIETÉTICO, BIOQUÍMICO, ANTROPOMÉTRICO E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES VOLUNTÁRIOS AO COMANF

Este capítulo tem o objetivo de caracterizar os fuzileiros navais que se candidataram ao COMANF, quanto ao perfil antropométrico e de composição corporal, marcadores bioquímicos e consumo alimentar. Entre os 39 militares que ingressaram no COMANF, 4 não participaram de todas as coletas no primeiro momento do estudo (T0). Desse modo, a amostra apresentada neste capítulo incluiu 35 militares (Figura 4).

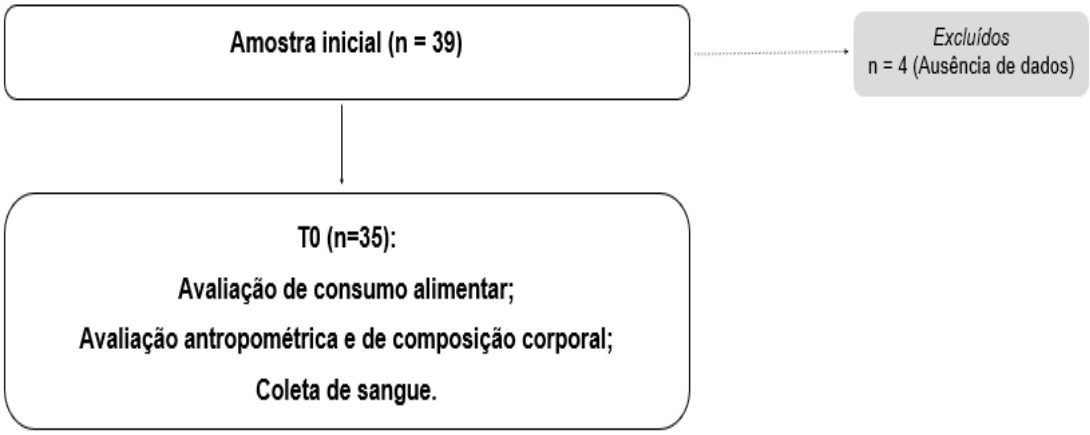


Figura 4. Fluxograma do processo de amostragem dos militares que ingressaram no COMANF.

6.1.1 Perfil antropométrico e de composição corporal

Na Tabela 1 estão demonstrados os valores referentes ao perfil antropométrico, à composição corporal e à distribuição de massa corporal conforme os biotipos androide e ginoide, apresentados pelos fuzileiros navais ao ingressarem no COMANF.

Tabela 1. Distribuição dos participantes do estudo quanto ao perfil antropométrico e de composição corporal dos fuzileiros navais ingressantes no COMANF (n = 35).

	Média ± DP	**Mediana (mínimo – máximo)**
Peso (kg)	78,90 ± 10,01	77 (61,2 – 109,7)
Estatura (m)	1,76 ± 0,06	1,76 (1,66 – 1,88)
IMC (kg/m²)	25,28 ± 2,33	25,36 (20,69 – 32,05)
Massa magra (kg)	61,58 ± 7,24	60,56 (46,67 – 85,18)
Massa magra (%)	78,18 ± 3,36	78,42 (71,06 – 84,72)
Massa gorda (kg)	13,98 ± 3,95	12,82 (8,48 – 26,43)
Massa gorda (%)	17,58 ± 3,47	17,26 (10,97 – 25,09)

Androide		
Massa total (kg)	4,90 ± 0,76	4,6 (3,7 – 7,3)
Massa magra (kg)	3,96 ± 0,47	3,89 (3,10 – 5,19)
Massa gorda (kg)	0,88 ± 0,42	0,77 (0,33 – 2,25)
Massa gorda (%)	17,58 ± 5,69	16,89 (7,21 – 31,81)
Ginoide		
Massa total (kg)	11,72 ± 1,64	11,4 (9,3 – 16,8)
Massa magra (kg)	9,07 ± 1,16	8,92 (6,97 – 12,53)
Massa gorda (kg)	2,32 ± 0,72	2,07 (1,26 – 4,31)
Massa gorda (%)	19,6 ± 4,28	18,59 (11,55 – 27,06)

IMC = Índice de Massa Corporal.

6.1.2 Perfil bioquímico

A Tabela 2 apresenta dados referentes aos perfis glicêmico e lipídico, bem como marcadores de lesão celular e dano redox dos militares, quando ingressaram no COMANF, e seus respectivos percentuais de adequação aos padrões de referência adotados.

Tabela 2. Distribuição dos participantes do estudo quanto aos marcadores bioquímicos (n = 35).

	Média ± DP	**Adequação % (n)**
Glicose (mg/dL)	82,75 ± 16,82	82,85 (29) [a]
CT (mg/dL)	151,37 ± 30,96	100 (35) [b]
HDL (mg/dL)	43,60 ± 9,60	74,28 (26) [b]
LDL (mg/dL)	95,39 ± 26,10	100 (35) [b]
TG (mg/dL)	104,47 ± 32,16	100 (35) [b]
ALT (UI/L)	25,25 ± 11,32	88,57 (31) [c]
AST (UI/L)	21,38 ± 6,60	100 (35) [c]
CK (U/L)	576,94 ± 773,82	48,57 (17) [d]
CAT (mmol/L)	2,55 ± 0,23	100 (35) [e]
Creatinina (mg/dL)	0,74 ± 0,12	100 (35) [c]
Ácido úrico (mg/dL)	4,12 ± 0,91	94,28 (33) [c]
Ureia (mg/dL)	30,15 ± 7,40	94,28 (33) [f]

Fontes: a = Sociedade Brasileira de Diabetes (2019); b = Sociedade Brasileira de Cardiologia (2017); c = Kratz *et al*. (2004); d = Mougios (2007); e = RICE-EVANS (2000); f = Calixto-Lima e Reis (2012). Legenda: CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

Ao avaliar os perfis bioquímicos individualmente, verificou-se que 2 militares apresentavam inadequações de três ou mais parâmetros. Foram combinadas concentrações reduzidas de glicose, HDL, CK e ácido úrico (n=1); além de concentrações reduzidas de glicose, HDL e ácido úrico (n=1).

6.1.3 Consumo alimentar

A ingestão dietética pontual, relatada pelos militares no momento em que ingressaram no COMANF, está descrita na Tabela 3. Podemos observar que, para carboidratos, 45,71% (n=16) dos indivíduos não atenderam o preconizado pelo *ACSM*; sendo que 14,28% (n=5) estavam acima e 31,42% (n=11) abaixo do intervalo recomendado. Para proteínas a inadequação chegou a 57,14 (n=20), com 34,28% (n=12) relatando ingestão acima e 22,85% (n=8) abaixo da faixa de recomendação. Além disso, 51,4% dos militares relatou ingestão de fibras abaixo da *AI*. Com relação aos micronutrientes, a maioria dos indivíduos apresentou ingestão ≥ *RDA* para vitamina B12, ferro, selênio e zinco, indicando baixa probabilidade de consumo inadequado para esses nutrientes. Por outro lado, a ingestão abaixo da *RDA* foi predominante para cálcio (65,71%; n=23), vitamina C (68,57%; n=24) e vitamina E (85,71%; n=30); enquanto 77,14% (n=27) da amostra relatou ingestão de vitamina A acima da *UL*.

Tabela 3. Distribuição dos militares ingressantes no COMANF quanto à ingestão dietética (n=35).

	Média ± DP	**Mediana (mín. – máx.)**	**Adequação % (n)**	**Referência**
Energia (kcal)	3795,27 ± 2232,24	3198,54 (974,42 – 12592,14)	-	-
Carboidrato (%)	54,95 ± 8,03	54,71 (36,43 – 70,38)	77,14 (27)	*AMDR*
Carboidrato (g/kg)	6,45 ± 3,17	5,91 (1,59 – 17,43)	54,28 (n=19)	*ACSM*
Proteína (%)	18,05 ± 4,73	17,13 (9,21 – 30,76)	97,14 (34)	*AMDR*
Proteína (g/kg)	2,12 ± 1,18	1,66 (0,67 – 5,10)	42,85 (n=15)	*ACSM*
Lipídio (%)	26,99 ± 7,05	25,92 (12,85 – 43,16)	74,28 (26)	*AMDR*; *ACSM*
Fibra (g)	39,51 ± 22,48	37,72 (5,23 – 126,56)	48,57 (17)	*AI*
Vitamina A (µg)	5887,23 ± 3985,10	6332,38 (77,95 – 12845,64)	2,85 (n=1)	*RDA*
Vitamina B12 (µg)	45,31 ± 29,09	46,91 (0,28 – 100,2)	91,42 (32)	*RDA*
Vitamina C (mg)	323,70 ± 861,13	49,2 (8,08 – 4053,58)	25,71 (9)	*RDA*
Vitamina E (mg)	7,42 ± 8,77	3,96 (0,07 – 38,38)	14,28 (5)	*RDA*
Cálcio (mg)	1243,40 ±1436,64	720,58 (125,25 – 7006,8)	34,28 (12)	*RDA*
Ferro (mg)	28,64 ± 18,42	24,28 (8,29 – 101,75)	85,71 (30)	*RDA*
Selênio (µg)	116,72 ± 80,64	81,18 (14,54 – 314,84)	85,71 (30)	*RDA*
Zinco (mg)	19,70 ± 12,91	15,84 (5,63 – 65,45)	85,71 (30)	*RDA*

AMDR = Acceptable Macronutrient Distribuition Range. *ACSM = American College of Sports Medicine*. *AI = Adequate Intake*. *RDA = Recommended Dietary Allowance. UL = Tolerable Upper Intake Level.*

Destaca-se que todos os indivíduos apresentaram inadequação de três a nove dos nutrientes avaliados. Os principais desajustes foram referentes a ingestão de carboidratos, proteínas, fibras, cálcio e vitaminas A, C e E, entretanto, deve-se ressaltar que esses dados são referentes ao consumo alimentar pontual relatado pelos militares durante a aplicação de um R24h.

Entre os 2 indivíduos que apresentaram alteração de três ou mais marcadores bioquímicos, também foram observadas diversas inadequações no consumo alimentar pontual relatado. O militar que apresentou redução de glicemia, HDL, CK e ácido úrico, relatou ingestão elevada de proteínas, carboidratos, lipídios, vitamina C e ferro, bem como ingestão insuficiente de vitamina A, vitamina B12 e selênio. Já o militar que apresentou redução de glicemia, HDL e ácido úrico, relatou ingestão elevada de vitamina A e ingestão insuficiente de proteínas, carboidratos, lipídios, fibras, vitamina C, vitamina E e cálcio.

6.1. 4 Discussão

Os fuzileiros navais iniciaram o COMANF com distribuição de composição corporal comum ao pessoal militar. A maioria dos sujeitos não apresentava alterações de glicemia, perfil lipídico ou em marcadores de lesão celular e dano redox. Entretanto, quando encontrada inadequação bioquímica, esta envolvia dois ou mais dos parâmetros avaliados. Além disso, o consumo alimentar pontual não atendeu às recomendações nutricionais.

Considerando que não há referências que determinem armazenamento saudável ou excessivo de gordura corporal (GASIER *et al*., 2015), não podemos classificar os valores encontrados neste estudo. De acordo com a classificação proposta por Lohman (1992) e aplicada a população geral, o percentual médio obtido para gordura corporal se caracteriza como limítrofe (15,1 a 24,9 %). No entanto, essa classificação é baseada em dados obtidos a partir de adipômetro, não sendo adequada para avaliar dados de DXA. Além disso, é irrelevante comparar dados de populações atléticas e de população geral (SANFILIPPO *et al*., 2019).

Apesar de não termos referência voltada para o público avaliado, as médias apresentadas neste estudo se assemelham a resultados de outras pesquisas com militares. Cárdenas *et al.* (2020) avaliaram 23 militares da Força Aérea do Exército Espanhol e encontraram 18,32 ± 4,50 kg de massa gorda. Gasier *et al.* (2015)

verificaram 60,4 ± 7,3 kg de massa magra, 24,7 ± 8,6 kg de massa gorda e 27,3 ± 6,4 % de gordura corporal em 297 militares e ex-militares da Marinha dos EUA. Langer *et al.* (2018) destacam a importância de militares apresentarem perfil de composição corporal adequado ao ingressarem na carreira. Os autores avaliaram 310 cadetes (idades entre 17 e 24 anos) do Exército Brasileiro e observaram 12,04 ± 3,45 kg e 16,99 ± 3,64 % de massa gorda, sendo estes os valores mais próximos aos encontrados no presente estudo.

Todos os dados citados foram obtidos em avaliações com DXA, mas é comum que a composição corporal de militares do Exército seja avaliada por outros métodos, como dobras cutâneas (AVILA *et al*., 2013b; NOGUEIRA *et al*., 2016). Por exemplo, McAdam *et al.* (2018b) observaram 12,2 ± 6,1 kg de massa gorda em 35 soldados do Exército dos EUA, utilizando protocolo de sete dobras. Já Margolis *et al.* (2014b) adotaram quatro dobras (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaca) ao avaliarem 29 soldados, participantes de dois treinamentos de Operações Especiais do Exército dos EUA. Foram encontrados valores de 12 ± 3 e 16 ± 4 kg de massa gorda, com percentuais chegando a 14 ± 3 e 18 ± 4 % para cada um dos cursos (n=14 e n=15, respectivamente). Apesar de serem obtidos por métodos diferentes, e ainda, menos precisos do que o DXA (MARGOLIS *et al*., 2014b), os valores citados se aproximam dos verificados neste estudo. Ou seja, os perfis de composição corporal apresentados pelos fuzileiros navais no início do COMANF estavam dentro do esperado para este público.

No entanto, Sanfilippo *et al*. (2019) ressaltam que somente conhecendo valores normativos específicos seria possível avaliar a composição corporal de forma mais ampla, de modo a identificar alterações capazes de aumentar o risco de lesões e comprometer o desempenho de indivíduos atletas. Knapik, Sharp e Montain (2018) avaliaram a associação entre percentuais de gordura corporal e risco de fraturas em 583.651 recrutas do Exército dos EUA que treinaram por onze anos. Foi observado que homens com o decil inferior de gordura corporal apresentavam risco de 20 a 27% maior de desenvolver fraturas durante o treinamento, ao passo que aqueles com o decil superior tinham 15% mais chances, quando comparados ao decil médio.

O treinamento de alta intensidade é capaz de promover não somente condicionamento físico, mas também melhorias na composição corporal (POSTON *et al*. 2016), porém, Tassone e Baker (2017) salientam a importância de avaliar os militares antes do treinamento. Os autores destacam o risco potencial de perda de

massa livre de gordura em indivíduos com gordura corporal insuficiente (<10%), durante atividades prolongadas, além da perda de peso corporal, refletindo em prejuízos no metabolismo energético e diminuição de reservas de glicogênio, que resultam em queda de desempenho. Portanto, é fundamental que os militares apresentem distribuição de gordura corporal adequada ao ingressarem em programas de treinamentos como o COMANF.

Além dos prejuízos gerados ao desempenho físico dos militares, é importante considerar os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas associados ao acúmulo de gordura corporal. Embora o IMC seja falho na classificação de sobrepeso e obesidade, especialmente em populações atléticas, por não considerar a distribuição de gordura corporal, alguns estudos vêm utilizando-o como método de avaliação. Gasier *et al*. (2015) encontraram prevalência de 31% de obesidade (IMC ≥ 30 kg/m²) entre 297 militares e ex-militares (20 a 39 anos) dos EUA; adotando gordura corporal ≥ 25% como critério de classificação, essa prevalência chegou a 67%. Segundo os autores, tais resultados indicam que a classificação de obesidade pelo IMC se deve a adiposidade e não ao aumento da massa livre de gordura, que, como se sabe, pode superestimar os valores de IMC. Por outro lado, Blacker *et al*. (2011) avaliaram 119 cadetes oficiais de quatro cursos de treinamento militar (Básico, Exército, Marinha e Força Aérea) (médias de idade: 20,3 ± 1,6; 20,3 ± 1,6; 19,6 ± 0,8; 20,7 ± 1,2, respectivamente) e constataram IMC médio saudável (24,5 ± 4,5 kg/m², 22,2 ± 2,6 kg/m², 24,8 ± 4,5 kg/m² e 24,4 ± 3,9 kg/m², respectivamente), porém, ressaltam que alguns militares apresentaram sobrepeso associado ao aumento de massa gorda. No presente estudo, verificou-se IMC médio de 25,28 ± 2,33 kg/m² entre os fuzileiros navais, corroborando com os achados da literatura.

A relação entre IMC e risco cardiovascular é bem conhecida (FLEGAL *et al*., 2007; BREEZE *et al*., 2006; GREGG *et al*., 2005). Alguns autores sugerem que o excesso de gordura corporal está associado a um maior risco de síndrome metabólica (SZYMANSKA *et al*., 2012), condição que inclui obesidade central, bem como alterações de pressão arterial, perfil lipídico e glicêmico. Porém, a distribuição regional de gordura corporal é um melhor preditor de alterações cardiovasculares do que o acúmulo geral demonstrado pelo IMC (YUSUF *et al*., 2005; WANNAMETHEE *et al*., 2005; BRITTON *et al*., 2013; KAESS *et al*., 2012; OKOSUN; SEALE; LYN, 2015). Isso ocorre pois a gordura regional tem maior facilidade de sofrer lipólise e liberar lipídios no sangue (OKOSUN; SEALE; LYN, 2015). A quantificação de acúmulos nas regiões

androide e ginoide, por meio de DXA (ZILLIKENS *et al*., 2010), permite caracterizar essa distribuição. Enquanto a primeira se refere à região da cintura (entre costelas e pélvis), a segunda inclui quadris e parte superior das coxas (MIN, K.; MIN, J., 2015; BI; LOO; HENRY, 2018).

A adiposidade androide é caracterizada pelo acúmulo de gordura visceral intra-abdominal e está relacionada com maior risco cardiometabólico. Apresenta grande capacidade de liberar adipocinas que favorecem processos inflamatórios e aterogênicos (FOX *et al*., 2007), levando a alterações no metabolismo da glicose e do perfil lipídico. Assim, alguns estudos relacionam gordura visceral com maior risco de resistência à insulina, dislipidemias e hipertensão (YUSUF, 2005; MATSUZAWA, 2008; DENG; SCHERER, 2010). Há relatos ainda de que a massa gorda pode aumentar a conectividade cerebral, mas um acúmulo excessivo de tecido adiposo visceral pode comprometê-la (CÁRDENAS *et al*., 2020). Considerando que homens tendem a acumular mais gordura na região androide – e mulheres na região ginoide – (KURIYAN, 2018), o sexo masculino é considerado fator de risco para doenças cardiovasculares (WIKLUND *et al*., 2008). O biotipo ginoide, por sua vez, reflete o acúmulo de tecido adiposo subcutâneo, com menor risco cardiometabólico do que o anterior (STAIANO; KATZMARZYK, 2012; TATSUMI *et al*., 2017). Pelo contrário, alguns autores mencionam efeito protetor contra eventos cardiovasculares (KANG *et al*., 2011).

Neste estudo, os percentuais de gordura androide e ginoide foram 17,58 ± 5,69% e 19,6 ± 4,28%, respectivamente, valores abaixo dos obtidos por Crombie *et al*. (2012). Os autores constataram 20,9 ± 89% de gordura androide e 24,4 ± 6,8% de gordura ginoide entre 13 militares de um programa de treinamento do Exército dos EUA. No estudo de Gasier *et al*. (2015) foram verificados 33,8 ±10,5% e 28,3 ± 6,2% de gorduras androide e ginoide, respectivamente, entre 297 militares e ex-militares da Marinha americana. Outros estudos avaliaram populações não atléticas e verificaram associação da distribuição androide e ginoide com alterações de perfil lipídico. Okosun, Seale e Lyn (2015) encontraram 18,8 ± 6,9% de gordura androide e 16,9 ± 5,3% de gordura ginoide ao avaliarem 1117 adultos americanos de sexo masculino com peso normal. Os autores observaram que os maiores percentuais de gordura androide estavam associados a elevação de TG e redução de HDL, enquanto maiores valores de adiposidade ginoide não se associaram a nenhum dos parâmetros avaliados. Além disso, a combinação de elevados percentuais androide e ginoide

refletiu em maiores chances de elevação de glicose (60%), pressão arterial (19%), LDL (48%) e TG (2%), bem como diminuição de HDL (25%), quando comparados aos riscos da elevação de gordura androide somente. Já Kyoung-Bok Min e Jin-Young Min (2015) verificaram 28,3% de gordura androide e 27,3% de gordura ginoide, entre 2972 homens adultos americanos. Concentrações séricas médias de TG aumentaram com o aumento de % androide e reduziram com o aumento de % ginoide, ao passo que concentrações de HDL reduziram com o aumento de % androide e aumentaram com o aumento de % ginoide.

Os militares deste estudo se mostraram predominantemente adequados quanto a glicemia, perfil lipídico e marcadores de dano celular. Somado a isso, vimos que o perfil de composição corporal se mostrou dentro do esperado para este público. Nesse sentido, podemos considerar que, ao ingressarem no COMANF, os fuzileiros navais não apresentavam risco cardiometabólico. Entretanto, vale ressaltar que as algumas referências consideram protocolo específico para realização dos exames, incluindo períodos de jejum, que não puderam ser atendidos neste estudo. De qualquer forma, 2 indivíduos acumularam três ou mais inadequações bioquímicas, alertando para os possíveis riscos de iniciar um curso rigoroso como o COMANF com este perfil. As principais alterações encontradas foram referentes às concentrações de glicose, HDL, ácido úrico e CK.

A glicose é considerada o principal carboidrato utilizado como fonte de energia pelo organismo, sendo essencial para as células do sistema nervoso central, dos pulmões e do músculo cardíaco (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012; COSTA, N.; COSTA, A., 2008). Assim, uma condição de hipoglicemia prejudica o desempenho físico. Já a hiperglicemia pode promover complicações cardiovasculares, caracterizando o quadro de diabetes Mellitus (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012). Segundo Merry e Ristow (2016), o exercício físico permite melhor regulação da glicose, por meio do aumento transitório da sensibilidade à insulina por várias horas após uma única sessão e promovendo adaptações. Neste estudo, foram encontradas alterações de glicemia apesar da prática regular de exercício físico de alta intensidade, o que preocupa por ser um fator que pode comprometer diretamente a saúde dos militares e seu desempenho no curso.

Outras alterações também podem refletir em redução de desempenho. A creatinina é gerada a partir da creatina, que pode ser fosforilada em fosfocreatina e ser utilizada como fonte de energia para as células musculares. Já a ureia é produto

do catabolismo proteico, sendo formada no fígado a partir de amônia (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012). Assim, tanto a redução de creatinina quanto aumento de ureia podem refletir perda de massa muscular. A creatina quinase é utilizada como indicador de dano celular (BESSA *et al*., 2016), sendo considerada um marcador importante a ser avaliado no treinamento militar (OJANEN; JALANKO; KYROLAINEN, 2018), enquanto elevação de ALT pode caracterizar lesão hepática causada por fármacos, toxinas, isquemia ou traumas, por exemplo (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

Tomadas em conjunto, são alterações que exigem grande atenção dos profissionais envolvidos, considerando a demanda física do curso no qual os militares estão ingressando. O desenvolvimento de lesões, por exemplo, é frequentemente relatado durante o treinamento físico militar (PIHLAJAMAKI, *et al*., 2019; GOMES; PINFILDI, 2018; HUA *et al*., 2017; CAROW, *et al*., 2016), e pode ser potencializado quando os indivíduos já iniciam o COMANF fora de seu melhor condicionamento físico. Alterações bioquímicas frequentemente são reflexo de inadequações na ingestão alimentar. Neste estudo, a maioria dos militares não atendeu as recomendações para diversos nutrientes, apresentando ingestão deficiente de carboidratos, fibras, cálcio, vitaminas C e E, ao passo que proteínas e vitamina A foram ingeridas em quantidades elevadas. Tais resultados são limitados, visto que refletem o consumo alimentar pontual, de somente um dia, de modo que não podemos afirmar inadequação no consumo alimentar habitual dos indivíduos. Contudo, os dados obtidos se assemelham aos resultados obtidos em outros estudos.

McAdam *et al*. (2018a) avaliaram a ingestão alimentar de soldados do Exército dos EUA, por meio de registro alimentar de 3 dias, e observaram ingestão média de proteínas acima de 1,2g/kg. Os autores destacam que, embora os soldados tenham atendido às recomendações, as quantidades apresentadas são muito próximas do limite inferior, podendo não suprir a demanda do treinamento, que, por sua vez, aumenta quando consideramos uma restrição calórica (HELMS *et al*., 2014), condição comum à atividade. A recomendação de lipídios foi atendida em maior proporção (93%), enquanto metade dos soldados não consumiu mais de 5g de carboidratos por kg de peso, semelhante ao resultado apresentado neste estudo. Ksiazek, Zagrodna e Slowinska-Lisowska (2020) verificaram, por meio de registro alimentar de 7 dias, que 26 jogadores de futebol profissional, em período pré-temporada, não atenderam recomendações de ingestão de energia, carboidratos, cálcio, vitamina C e E, assim como no presente estudo. Papadopoulou *et al*. (2012) avaliaram 23 atletas de esqui

cross country e encontraram ingestão adequada para proteínas, excessiva para gorduras e deficiente para cálcio e vitaminas B12 e E; os autores adotaram registro alimentar 4 dias.

O estado fisiológico e nutricional está relacionado com a capacidade de potencializar o desempenho em condições de estresse elevado, de modo que uma nutrição adequada minimiza as consequências desse estresse (HENNING; PARK; KIM, 2011). Assim, é essencial adequar a ingestão nutricional às demandas fisiológicas do volume de treinamento (MCADAM *et al*., 2018a). A adequação de carboidratos contribui para manter a glicemia durante o exercício, substituindo o glicogênio muscular e assim evitando queda no desempenho (STELLINGWERFF; COX, 2014). Por outro lado, uma ingestão insuficiente reflete em lipólise do músculo esquelético, com liberação de ácidos graxos na circulação, junto à albumina, induzindo um estado de cetose (WILLOUGHBY; HEWLINGS; KALMAN, 2018) e podendo comprometer o desempenho. Sugere-se que a atividade militar exige as maiores necessidades de carboidratos e gordura dos atletas de resistência, e de proteínas dos atletas de força e potência (MCADAM *et al*., 2018a). A ingestão de proteínas induz a síntese de proteínas musculares e está relacionada a uma maior saciedade (HECTOR; PHILLIPS, 2018), de modo que seu consumo pode suprimir a ingestão de energia no estado de repouso (BRENNAN *et al*., 2012; ASTBURY *et al*., 2010). Possivelmente isso explica a baixa ingestão de carboidratos e elevada ingestão de proteínas apresentada pelos militares deste estudo. Hector e Phillips (2018) destacam que não há evidências de prejuízos à função renal ou saúde óssea relacionados a dietas ricas em proteínas.

O aporte calórico da dieta, por sua vez, exige maior atenção por apresentar grandes riscos quando não atende as quantidades adequadas. Militares apresentam elevado gasto energético diário durante as operações (TASSONE; BAKER, 2017) e déficit energéticos são comuns (TANSKANEN *et al*., 2012). A longo prazo, isso pode comprometer o desempenho físico e mental (BARTLETT; STANKORB, 2017). Pons *et al*. (2018) verificaram que uma restrição calórica durante seis semanas promoveu redução da ingestão de carboidratos (33%), proteínas (25%) e lipídios (35%), redução na ingestão de micronutrientes para abaixo das recomendações, além de redução na massa corporal em atletas, incluindo massa magra. O balanço energético negativo se mostrou associado a redução de força da parte inferior do corpo após o treinamento militar (MURPHY, *et al*., 2018).

Considerando que o COMANF envolveu atividades diversas ao longo do estudo e que, sendo um curso de treinamento militar, é comum que o protocolo não seja divulgado, não foi possível descrever exatamente a rotina diária. Assim, o cálculo de necessidade energética por MET forneceria um resultado impreciso. O mesmo se daria caso fosse adotado um fator de atividade e posterior cálculo pela fórmula da FAO. Diante disso, não foi possível calcular o gasto energético dos indivíduos e assim avaliar adequação de ingestão energética. Alguns autores (MARGOLIS *et al*., 2014b; McCLUNG; GAFFNEY-STOMBERG, 2016; BARTLETT; STANKORB, 2017; RAMSEY; HOSTETLER; ANDREWS, 2013) mencionam recomendações nutricionais específicas para militares – *Military Dietary Reference Intake* (*MDRI*), que incluem necessidades energéticas. Para homens, são considerados, por exemplo, vitamina A: 1000 µg RE/d, vitamina C: 90 mg/dia, vitamina E: 15 mg/dia, vitamina B12: 2,4 µg/dia, cálcio: 1000 mg/dia, ferro: 10 mg/dia, selênio: 55 µg/dia, zinco: 15 mg/dia (DEPARTMENTS OF THE ARMY, NAVY, AND AIR FORCE, 2001) – mesmos valores da *RDA* utilizada para população geral (OTTEN; HELLWING; MEYERS, 2006), com exceção de vitamina A e ferro, que são maiores na MDRI. De acordo com Ramsey, Hostetler e Andrews (2013), esse aumento se deve a maior demanda física das operações militares e os valores são atualizados conforme atualizações de *DRIs*. As recomendações energéticas variam conforme nível de atividade, sendo leve: 3000 kcal/dia, moderado: 3250 kcal/dia, alto: 3950 kcal/dia, e muito alto: 4600 kcal/dia (DEPARTMENTS OF THE ARMY, NAVY, AND AIR FORCE, 2001). No presente estudo, 40% (n=14) dos militares ingeriu abaixo de 3000 kcal/dia, sendo esse déficit refletido também em micronutrientes. Por outro lado, cerca de 28% (n=10) ingeriu acima de 4600 kcal/dia, resultados que podem ser explicados pelo grande consumo de alimentos de elevada densidade energética e pobres nutricionalmente.

Com a baixa ingestão de carboidratos, consequentemente temos também uma baixa ingestão de fibras e vitamina C, já que suas fontes se assemelham. O mesmo se observa em relação à ingestão de cálcio e vitamina E (PELUZIO; OLIVEIRA; COSTA, 2008; COSTA; PELUZIO, 2008). Em conjunto com o déficit energético, a insuficiência de cálcio aumenta o risco de lesões associadas à redução da densidade mineral óssea (NICKOLS-RICHARDSON; BEISEIGEL; GWAZDAUSKAS, 2006). De modo geral, inadequações na ingestão de energia e/ou de nutrientes aumentam os riscos de deficiências nutricionais capazes de comprometer o desempenho dos indivíduos (PAPADOPOULOU *et al*., 2012).

Embora os dados de consumo alimentar obtidos não caracterizem a alimentação habitual, é possível associar as inadequações aos tipos de alimentos selecionados para consumo. Na primeira etapa do curso, os militares faziam suas principais refeições no rancho. Eram fornecidas, no mínimo, quatro refeições ao dia, incluindo desjejum, almoço, jantar e ceia. Porém, eles tinham opção de levar alimentos de casa ou fazer refeições fora, o que pode ter favorecido o consumo de *fast foods* e ultraprocessados. Conforme evidenciado pela baixa ingestão de carboidratos, fibras e vitamina C, os militares não relataram consumo suficiente de frutas e hortaliças. A baixa ingestão de cálcio reflete o baixo consumo de leguminosas, hortaliças como brócolis e couve, além de leite e derivados, que também são fontes de vitamina E.

Alguns militares apresentaram alterações bioquímicas em conjunto com ingestão alimentar inadequada. Não podemos assumir relação de causalidade entre os fatores bioquímicos e dietéticos, considerando que a avaliação de consumo alimentar apresentada aqui constitui um relato pontual, que não é capaz de impactar os biomarcadores. Entretanto, como os dados coincidem com outros resultados encontrados na literatura, é um alerta que requer uma investigação mais aprofundada, com avaliação longitudinal. Além das escolhas alimentares inadequadas, foram observadas substituições de refeições principais por lanches e longos intervalos sem se alimentar.

Sabe-se que o hábito alimentar da população em geral sofreu grandes modificações nas últimas décadas, com aumento do consumo de bebidas açucaradas, alimentos ricos em sódio e de elevada densidade energética, e o menor consumo de alimentos regionais como arroz e feijão (PHILIPPI, 2019). Os resultados deste estudo mostram que o perfil não é diferente no pessoal militar, assim como apresentado por outros autores (ANYZEWSKA *et al*., 2020). O serviço militar influencia as escolhas alimentares e um dos fatores envolvidos mais relatados é o tempo limitado para refeições, de modo que é comum observar inadequações nutricionais neste público (BINGHAM *et al*., 2011; BARTLETT; STANKORB, 2017; JACKSON *et al*., 2013). Trata-se de um cenário preocupante, já que os militares são expostos a intensa demanda metabólica e cognitiva. Quando combinado com situações de privação do sono, exposição a calor ou frio, o estado nutricional deficiente pode aumentar o risco de lesões e prejudicar a capacidade funcional do indivíduo (LIEBERMAN *et al*., 2005; BARTLETT; STANKORB, 2017).

Portanto, fica evidente a necessidade do fornecimento de nutrição adequada durante o treinamento militar, bem como do desenvolvimento de ações educativas de promoção de saúde; estratégias que, além de prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas relacionadas à nutrição (ANYZEWSKA *et al*., 2020), permitirão minimizar o impacto das operações e otimizar o desempenho físico. Isso é essencial especialmente em cursos intensos como o COMANF, onde os indivíduos serão submetidos a períodos de restrição de sono e alimentação, além de condições climáticas extremas.

6.2 CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE BARRA DE CEREAL COM QUERCETINA SOBRE VARIÁVEIS CORPORAIS, BIOQUÍMICAS E DESEMPENHO FÍSICO DE MILITARES

O objetivo deste capítulo é avaliar a evolução das variáveis antropométricas, de composição corporal, perfil bioquímico e consumo alimentar, bem como testes físicos aplicados aos fuzileiros navais ao longo do estudo. Em T0 são demonstrados dados referentes ao período pré-intervenção nutricional. A última coleta de dados se deu após 58 dias de estudo (T58), quando haviam 21 desistências, de modo que foi alcançada uma amostra de 18 militares (Figura 5). Destes, 9 pertenciam ao grupo placebo e 9 ao grupo tratado. Ambos os grupos estudados apresentaram o mesmo número de desistentes.

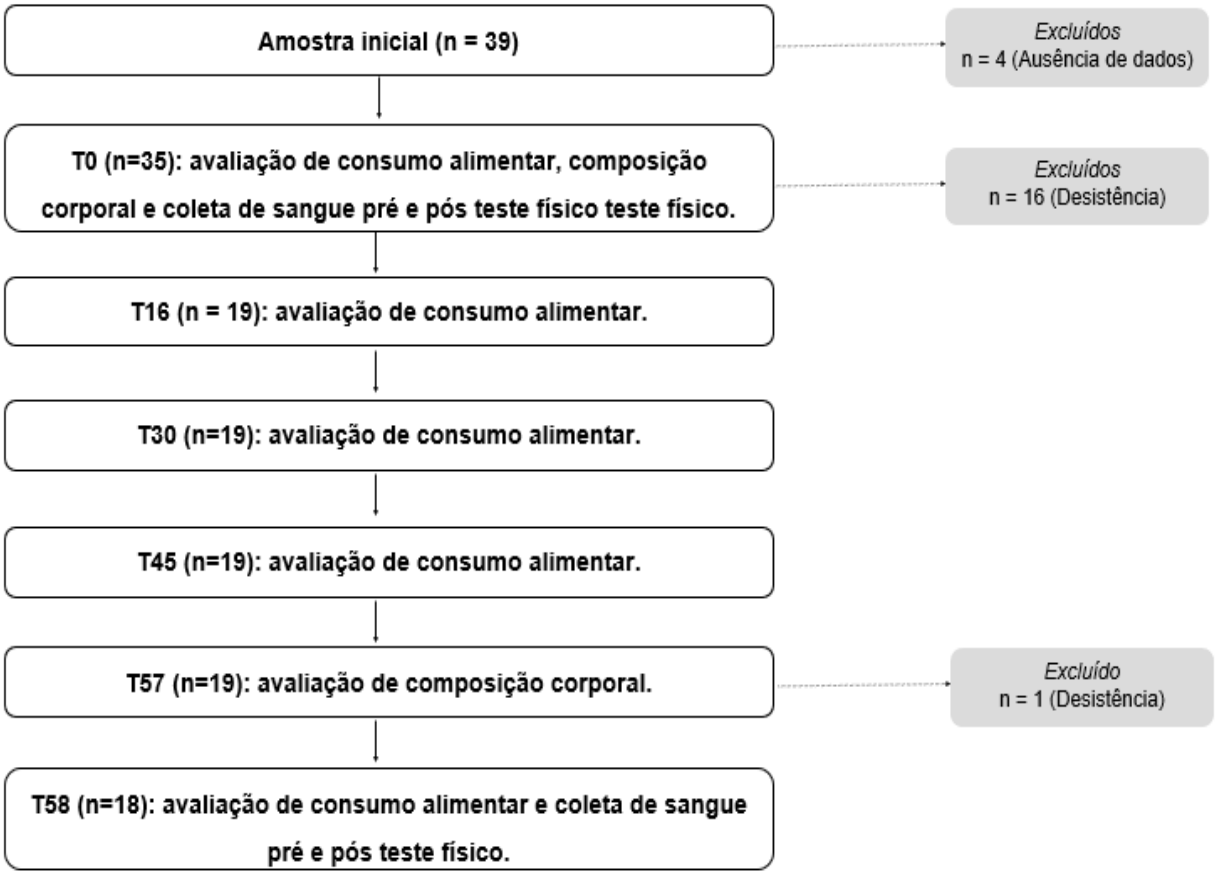


Figura 5. Fluxograma do processo de amostragem e coleta de dados.

6.2.1 Composição centesimal, VET, minerais, compostos antioxidantes e capacidade antioxidante das barras de cereal

A composição centesimal de BCQ e placebo estão demonstradas na Tabela 4 e a composição em minerais, na Tabela 5. Não houve diferença significativa entre as amostras, exceto para potássio (*p*=0,002766) e zinco (*p*=0,002090), havendo maiores concentrações na BCQ. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, exceto para fibras, feitas em quadriplicata. Os resultados estão expressos como a média ± desvio padrão.

Tabela 4. Composição centesimal e valor energético total de barras de cereal placebo e com quercetina em base úmida.

Composição centesimal (g/100g)	Placebo	BCQ
Umidade	11,09 ± 0,20	11,35 ± 0,32
Proteínas	4,77 ± 0,16	4,63 ± 0,04
Lipídios	3,44 ± 0,26	4,06 ± 0,24
Carboidratos totais	78,82	79,20
Cinzas	0,68 ± 0,06	0,74 ± 0,01
Fibras alimentares	1,20 ± 0,5	0,01 ± 0,03
VET (Kcal/100g)	365,32	371,86

Valores expressos em média ± desvio-padrão (n=3). Não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras. Legenda: BCQ = barra de cereal fortificada com quercetina; VET = valor energético total.

Tabela 5. Composição em minerais de barras de cereal placebo e com quercetina em base úmida.

Minerais (mg/100g)	Placebo	BCQ
Cálcio	37,22 ± 3,29	39,36 ± 3,29
Cromo	ND	ND
Ferro	0,27 ± 0,10	0,52 ± 0,12
Fósforo	85,17 ± 1,99	86,18 ± 0,24
Magnésio	29,79 ± 0,94	30,54 ± 0,22
Manganês	0,61 ± 0,06	0,97 ± 0,13
Potássio	136,70 ± 24,10 [a]	233,17± 8,04 [b]
Sódio	150,68 ± 21,20	190,65 ± 14,53
Zinco	0,64 ± 0,07 [a]	0,97 ± 0,04 [b]

Valores expressos em média ± desvio-padrão (n=3). a, b = diferenças intergrupos analisadas por teste Bonferroni-Dunn. $p < 0,05$. Legenda: BCQ = barra de cereal fortificada com quercetina.

Os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e capacidade antioxidante estão descritos na Tabela 6. As análises foram realizadas em triplicatas e os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. A capacidade antioxidante apresentada pela barra de cereal com quercetina foi significativamente maior em relação àquela sem quercetina, pelos métodos DPPH (*p*<0,000001), FRAP

(*p*=0,000028) e ABTS (*p*=0,000004). O mesmo foi observado para teores de fenólicos totais (*p*=0,000048) e flavonoides (*p*=0,000019).

Tabela 6. Capacidade antioxidante in vitro determinadas pelos métodos DPPH, FRAP e ABTS e compostos antioxidantes (teor fenólico total e teor de flavonoides) de barras de cereal Placebo e com quercetina.

	Placebo	**BCQ**
Capacidade antioxidante *in vitro*		
DPPH (µmol TE/100g)	299,15 ± 7,26 [a]	35253,9 ± 154,48 [b]
FRAP (µmol TE/100g)	1004,34 ± 67,01 [a]	61623,71 ± 4887,46 [b]
ABTS (µmol TE/100g)	2613,81 ± 175,49 [a]	30890,01 ± 1386,30 [b]
Compostos antioxidantes		
Fenólicos totais (mg GAE/100g)	56,08 ± 0,5 [a]	1606,59 ± 143,42 [b]
Flavonoides (mg CE/100g)	155,54 ± 15,36 [a]	619,80 ± 30,57 [b]

Valores expressos em média ± desvio-padrão (n=3). a, b = diferença intergrupos analisada por teste Bonferroni-Dunn. $p < 0,05$. Legenda: BCQ = barra de cereal fortificada com quercetina; DPPH = 2,2-difenil-1-picrilhidrazila; FRAP = *Ferric Reducing Antioxidant Power*; ABTS = 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico).

6.2.2 Composição corporal

As médias apresentadas para as avaliações antropométricas e de composição corporal estão demonstradas na Tabela 7. Não foi encontrada diferença entre os grupos para nenhum dos parâmetros avaliados. Porém, na avaliação intragrupos observou-se que o grupo quercetina apresentou redução de massa gorda em kg (*p*=0,0273) e % (*p*=0,0117), além de aumento de massa magra em % (*p*=0,0117), entre a linha de base (T0) e após 57 dias de intervenção nutricional (T57).

Tabela 7. Perfil antropométrico e de composição corporal dos grupos estudados (n=18).

	Placebo (n = 9)		**Quercetina (n = 9)**	
	T0	**T57**	**T0**	**T57**
Peso (kg)	78,88±3,99	79,98±4,84	82,63±11,45	82,11±10,80
Massa magra (kg)	61,20±4,96	62,29±4,87	63,09±7,40	63,84±6,80
Massa magra (%)	77,52±3,57	77,81±2,03	76,55±3,16 [a]	77,98±3,54 [b]
Massa gorda (kg)	14,40±2,78	14,41±1,25	16,03±4,63 [a]	14,77±4,81 [b]
Massa gorda (%)	18,32±3,73	18,08±2,05	19,18±3,25 [a]	17,74±3,67 [b]
Massa óssea (kg)	3,26±0,42	3,38±0,44	3,49±0,39	3,49±0,37
Massa óssea (%)	4,13±0,41	4,09±0,36	4,24±0,22	4,27±0,23

Variáveis expressas em média ± DP. a, b = diferenças intragrupos analisada por teste de Wilcoxon. $p < 0,05$.

6.2.3 Marcadores bioquímicos

A Tabela 8 demonstra as médias de perfis glicêmico e lipídico, marcadores de lesão celular e dano redox apresentadas pelos militares ao longo do estudo. Os valores obtidos, em ambos os grupos, atenderam padrões de referência para a maioria dos parâmetros avaliados. As adequações foram avaliadas somente antes do teste físico (TF) aplicado, já que, dependendo da intensidade, o exercício é capaz de promover alterações nos marcadores bioquímicos.

No grupo placebo, em T0, 44,44% (n=4) dos indivíduos apresentaram inadequação para glicose (sendo 2 indivíduos abaixo e 2 acima da recomendação) e CK (3 indivíduos abaixo e 1 acima). As concentrações séricas se mostraram adequadas em 100% (n=9) da amostra para creatinina, CT, LDL, TG, ALT e CAT; em 88,88% (n=8) para AST, ácido úrico e ureia; e em 77,77% (n=7) para HDL. Em T58, observou-se adequação em 100% (n=9) para creatinina, CT, LDL, TG, AST e CAT; 88,88% (n=8) para glicose, ácido úrico e ALT; 77,77% (n=7) para HDL e ureia. Já CK esteve abaixo do recomendado para 55,55% (n=5).

Com relação ao grupo tratado, a maioria atendeu as recomendações para todos os marcadores avaliados em T0, sendo 100% (n=9) para CT, LDL, TG, ALT, AST, CAT, creatinina, ácido úrico e ureia; 88,88% (n=8) para glicose e HDL; e 77,77% (n=7) para CK. Em T58, 100% (n=9) dos militares estavam adequados quanto a CT, LDL, TG, ALT, AST, CAT, creatinina e ácido úrico; 88,88% (n=8) quanto a HDL e ureia; e 66,66% (n=6) para glicose e CK.

Não foram comparados momentos pré x pós TF, pois as possíveis alterações estão relacionadas ao exercício e nosso objetivo é avaliar o efeito da quercetina sobre os biomarcadores. Assim, foram realizadas comparações entre valores apresentados na linha de base (T0) e na fase final do estudo (T58), ou seja, pré TF x pré TF (para verificar se houve alteração independente do exercício) e pós TF x pós TF (para avaliar se a resposta ao exercício foi otimizada pela ingestão de quercetina). Dentro do grupo placebo, foram diferentes as concentrações séricas de: glicose pós TF (p=0,0039); colesterol pré TF (p=0,0039); CK pré TF (p=0,0469); CAT pré TF (p=0,0078); mioglobina pré TF (p=0,0273); proteína carbonilada pós TF (p=0,0195); e creatinina pós TF (p=0,0156). Para o grupo quercetina, foram encontradas diferenças quanto a: colesterol pré TF (p=0,0039); HDL pré (p=00117); LDL pré TF (p=0,0273); e CAT pré TF (p=0,0078). Para ambos os grupos, todas as alterações observadas se

referem a uma redução do biomarcador, exceto CT, cujas concentrações séricas aumentaram de T0 para T58. Comparando os grupos placebo e quercetina, foi observada diferença para CK em T58 pós TF, com maior valor no grupo tratado (*p*=0,0243) (Tabela 8).

Calculou-se ainda diferenças entre tempos e momentos para cada um dos marcadores avaliados (Tabela 9). Valores positivos indicam que a média do primeiro tempo/momento citado foi maior (ou seja, houve redução), ao passo que valores negativos refletem maior média no segundo tempo/momento da comparação (ou seja, houve aumento). Comparando os grupos estudados, observou-se diferença para CT de T0 pré TF–T58 pré TF (*p*=0,0106), sendo que em ambos os grupos houve aumento das concentrações séricas, porém, este aumento foi menor no grupo quercetina.

Adicionalmente, foi observada elevação de biomarcadores entre os momentos pré e pós exercício, em ambos os grupos. O placebo apresentou elevação de glicose (*p*=0,0078), CT (*p*=0,0039), AST (*p*=0,0391), CK (*p*=0,0313), mioglobina (*p*=0,0039) e creatinina (*p*=0,0039) em T0. O grupo quercetina apresentou elevação de glicose (*p*=0,0273), CT (*p*=0,0273) e CK (*p*=0,0313) em T0, e de LDL (*p*=0,0039) e CK (*p*=0,0391) em T58. Essas diferenças não são sinalizadas nas tabelas, visto que não é o objetivo deste estudo.

Tabela 8. Marcadores bioquímicos dos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18).

		PRÉ TESTE FÍSICO		PÓS TESTE FÍSICO	
		T0	**T58**	**T0**	**T58**
Placebo (n=9)	**Glicose (mg/dL)**	79,11 ± 23,89	89,09 ± 7,84	134,61 ± 24,29 [a]	103,51 ± 28,83 [b]
	CT (mg/dL)	114,94 ± 37,04 [a]	192,29 ± 31,57 [b]	184,45 ± 29,59	194,04 ± 52,50
	HDL (mg/dL)	41,98 ± 8,41	52,39 ± 11,30	51,71 ± 9,52	52,06 ± 17,63
	LDL (mg/dL)	86,77 ± 33,17	85,32 ± 32,34	97,10 ± 26,32	91,33 ± 37,23
	TG (mg/dL)	96,37 ± 26,52	119,33 ± 31,15	104,55 ± 26,16	100,87 ± 37,79
	ALT (UI/L)	24,58 ± 7,94	26,51 ± 9,16	26,45 ± 7,97	27,57 ± 11,06
	AST (UI/L)	22,36 ± 8,50	22,32 ± 5,41	25,28 ± 8,27	22,34 ± 7,44
	CK (U/L)	1211,77 ± 2665,51 [a]	146,11 ± 195,58 [b]	1439,66 ± 3043,84	135,66 ± 206,38 [1]
	CAT (mmol/L)	2,56 ± 0,21 [a]	2,35 ± 0,10 [b]	2,52 ± 0,14	2,38 ± 0,25
	Mioglobina	21,10 ± 11,25 [a]	11,94 ± 4,04 [b]	28,46 ± 14,16	16,74 ± 5,99
	Proteína carbonilada	13,73 ± 2,85	15,46 ± 5,29	15,64 ± 3,49 [a]	12,86 ± 2,37 [b]
	Creatinina (mg/dL)	0,69 ± 0,09	0,74 ± 0,08	0,88 ± 0,12 [a]	0,74 ± 0,17 [b]
	Ácido úrico (mg/dL)	4,38 ± 1,51	4,15 ± 1,12	5,20 ± 1,37	4,32 ± 1,13
	Ureia (mg/dL)	28,69 ± 9,37	35,16 ± 7,59	31,81 ± 6,82	33,14 ± 7,13
Quercetina (n=9)	**Glicose (mg/dL)**	89,74 ± 10,18	87,84 ± 16,13	121,46 ± 30,14	101,55 ± 16,18
	CT (mg/dL)	161,54 ± 14 [a]	182,52 ± 27,27 [b]	187,22 ± 38,21	186,32 ± 26,19
	HDL (mg/dL)	48,31 ± 5,84 [a]	45,78 ± 6,19 [b]	52,09 ± 12,58	47,84 ± 8,45
	LDL (mg/dL)	99,26 ± 18,75 [a]	81,55 ± 20,91 [b]	100,77 ± 25,09	90,29 ± 24,40
	TG (mg/dL)	105,58 ± 25,48	109,34 ± 25,63	102,55 ± 31,30	110,19 ± 50,51
	ALT (UI/L)	19,68 ± 6,92	22,45 ± 4,58	24,47 ± 11,67	24 ± 9,07
	AST (UI/L)	21,01 ± 6,25	20,61 ± 3,39	24,71 ± 12,86	21,71 ± 5,22
	CK (U/L)	337,11 ± 304,74	375,88 ± 313,04	1073,55 ± 2030,44	518,33 ± 433,49 [2]
	CAT (mmol/L)	2,63 ± 0,17 [a]	2,37 ± 0,07 [b]	2,51 ± 0,17	2,47 ± 0,11
	Mioglobina	26,46 ± 24,44	15,56 ± 4,83	35,84 ± 43,64	18,62 ± 7,07

Variáveis expressas em média ± DP. TF = teste físico. a, b = diferenças intragrupos analisadas por teste Wilcoxon. 1, 2 = diferença intergrupos analisada por teste Mann-Whitney. $p < 0,05$. Legenda: CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

Continuação. **Tabela 8**. Marcadores bioquímicos dos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18).

		PRÉ TESTE FÍSICO		PÓS TESTE FÍSICO	
		T0	**T58**	**T0**	**T58**
Quercetina (n=9)	**Proteína carbonilada**	12,78 ± 3,22	15,30 ± 2,39	15,45 ± 4,27	12,51 ± 2,61
	Creatinina (mg/dL)	0,78 ± 0,09	0,72 ± 0,10	0,86 ± 0,18	0,80 ± 0,21
	Ácido úrico (mg/dL)	4,43 ± 0,54	4,49 ± 0,72	4,77 ± 0,86	4,89 ± 0,77
	Ureia (mg/dL)	30,68 ± 5,41	30,37 ± 8,90	29,49 ± 4,41	31,31 ± 5,22

Variáveis expressas em média ± DP. TF = teste físico. a, b = diferenças intragrupos analisadas por teste Wilcoxon. 1, 2 = diferença intergrupos analisada por teste Mann-Whitney. $p < 0,05$. Legenda: CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

Tabela 9. Comparação de deltas de marcadores bioquímicos apresentados pelos grupos placebo e quercetina (n=18).

		T0 PRÉ TF–T0 PÓS TF	T58 PRÉ TF–T58 PÓS TF	T0 PRÉ TF–T58 PRÉ TF	T0 PÓS TF–T58 PÓS TF
Placebo (n=9)	**Glicose (mg/dL)**	- 55,50 ± 34,46	- 14,41 ± 31,66	- 9,98 ± 24,94	31,10 ± 21,92
	CT (mg/dL)	- 42,51 ± 29,29	- 1,75 ± 24,61	- 50,35 ± 36,90 [1]	- 9,59 ± 32,29
	HDL (mg/dL)	- 9,72 ± 14,21	0,33 ± 8,01	- 10,41 ± 17,09	- 0,35 ± 11,96
	LDL (mg/dL)	- 10,32 ± 15,87	- 6 ± 14,96	1,44 ± 13,43	5,76 ± 22,74
	TG (mg/dL)	- 8,17 ± 21,55	18,45 ± 31,90	-22,95 ± 35,83	3,67 ± 29,90
	ALT (UI/L)	- 1,86 ± 4,37	- 1,06 ± 5,07	- 1,92 ± 14,19	- 1,12 ± 15,83
	AST (UI/L)	- 2,92 ± 2,80	- 0,02 ± 6,89	0,04 ± 11	2,94 ± 13,91
	CK (U/L)	- 227,88 ± 394,28	10,44 ± 152,84	1065,66 ± 2683,71	1304 ± 3071,44
	CAT (mmol/L)	0,04 ± 0,17	- 0,02 ± 0,26	0,20 ± 0,14	0,14 ± 0,29
	Mioglobina	- 7,36 ± 7,92	- 4,79 ± 5,39	9,15 ± 12,40	11,72 ± 16,32
	Proteína carbonilada	- 1,91 ± 6,21	2,60 ± 4,74	- 1,73 ± 7,24	2,77 ± 2,26
	Creatinina (mg/dL)	- 0,19 ± 0,11	0 ± 0,18	- 0,05 ± 0,13	0,14 ± 0,18
	Ácido úrico (mg/dL)	- 0,81 ± 0,70	- 0,17 ± 0,95	0,22 ± 1,05	0,87 ± 0,97
	Ureia (mg/dL)	- 3,12 ± 6,39	2,01 ± 4,63	- 6,47 ± 10,30	- 1,33 ± 7,21
Quercetina (n=9)	**Glicose (mg/dL)**	- 31,72 ± 33,84	-13,71 ± 17,86	1,89 ± 14,08	19,91 ± 34,35
	CT (mg/dL)	- 25,68 ± 27,32	- 3,79 ± 8,33	- 20,98 ± 20,72 [2]	0,90 ± 27,43
	HDL (mg/dL)	- 3,77 ± 7,86	- 2,06 ± 4,21	2,53 ± 2,34	4,24 ± 7,08
	LDL (mg/dL)	- 1,51 ± 13,51	- 8,74 ± 5,37	17,70 ± 17,78	10,48 ± 18,36
	TG (mg/dL)	3,03 ± 20,82	- 0,84 ± 46,44	- 3,76 ± 33,26	- 7,64 ± 41,60
	ALT (UI/L)	- 4,78 ± 6,76	- 1,54 ± 6,87	- 2,76 ± 7,18	0,47 ± 10,17
	AST (UI/L)	- 3,7 ± 8,67	- 1,1 ± 4,71	0,4 ± 4,20	3 ± 9,11
	CK (U/L)	- 736,44 ± 1812,42	- 142,44 ± 157	- 38,77 ± 227,11	555,22 ± 1887,69
	CAT (mmol/L)	0,12 ± 0,20	- 0,09 ± 0,14	0,26 ± 0,17	0,04 ± 0,19
	Mioglobina	- 9,38 ± 20,53	- 3,06 ± 5,54	10,89 ± 25,87	17,21 ± 46,33

Valores expressos em média ± DP. TF = teste físico. 1, 2 = diferença intergrupos analisada por teste de Mann-Whitney. $p < 0,05$. Legenda: CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

Continuação. **Tabela 9**. Comparação de deltas de marcadores bioquímicos apresentados pelos grupos placebo e quercetina (n=18).

		PRÉ TESTE FÍSICO		PÓS TESTE FÍSICO	
		T0 PRÉ TF–T0 PÓS TF	**T58 PRÉ TF–T58 PÓS TF**	**T0 PRÉ TF–T58 PRÉ TF**	**T0 PÓS TF–T58 PÓS TF**
Quercetina (n=9)	**Proteína carbonilada**	- 2,67 ± 6,34	2,79 ± 4,36	- 2,51 ± 5,11	2,94 ± 5,44
	Creatinina (mg/dL)	- 0,08 ± 0,18	- 0,08 ± 0,20	0,05 ± 0,12	0,05 ± 0,31
	Ácido úrico (mg/dL)	- 0,34 ± 0,81	- 0,40 ± 0,31	- 0,06 ± 0,71	- 0,12 ± 0,65
	Ureia (mg/dL)	1,19 ± 4,66	- 0,93 ± 4,67	0,30 ± 7,39	- 1,81 ± 5,33

Valores expressos em média ± DP. TF = teste físico. 1, 2 = diferença intergrupos analisada por teste de Mann-Whitney. $p < 0,05$. Legenda: CT = colesterol total; HDL = *high density lipoprotein*; LDL = *low density lipoprotein*; TG = triglicerídeos; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato transferase; CK = creatina quinase; CAT = capacidade antioxidante total.

6.2.4 Consumo alimentar

As medianas e valores mínimo e máximo obtidas ao longo do estudo, para ingestão energética, de macronutrientes e fibras, estão representadas na Tabela 10. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos placebo e quercetina, para nenhum dos parâmetros avaliados. Com relação às análises intragrupo, foram constatadas diferenças de alguns nutrientes. Para placebo, a ingestão de proteínas foi reduzida de T16 para T30 (p=0,0462); e a ingestão de lipídios aumentou de T30 para T45 (p=0,0175) e T58 (p=0,0104). Para o grupo quercetina, a ingestão de lipídios em T30 foi abaixo daquela apresentada em T45 (p=0,0175).

Ambos os grupos também apresentaram alterações na ingestão de micronutrientes ao longo do estudo. Foram encontradas diferenças, no placebo, para a ingestão de vitamina B12, entre T0 e T16 (p=0,0287), T30 (p=0,0287) e T58 (p=0,0104), com redução em todos os tempos; e de vitamina E, reduzindo de T0 para T16 (p=0,0287) e T30 (p=0,0287), e posteriormente aumentando de T16 para T45 (p=0,0287) e T58 (p=0,0287), e de T30 para T45 (p=0,0287) e T58 (p=0,0287). Já o grupo tratado apresentou diferença na ingestão de vitamina A, sendo maior em T0 com relação a T30 (p=0,0175) e T58 (p=0,0287); de vitamina B12, com redução de T0 para T16 (p=0,0046), T30 (p=0,0287), T45 (p=00014) e T58 (p=0,0175); de vitamina E, maior em T0 quando comparada com T16 (p=0,0104) e T30 (p=0,0462); além de selênio, que reduziu de T0 para T16 (p=0,0462) e, em seguida, aumentou de T16 para T30 (p=0,0287) (Tabela 11).

As principais inadequações encontradas a partir da avaliação bioquímica foram referentes a glicemia. No placebo, todos os militares apresentaram elevação do marcador em pelo menos um dos momentos avaliados, enquanto no grupo quercetina, essa característica esteve presente em 77,77% da amostra. Paralelamente, o consumo alimentar se mostrou inadequado em diversos momentos, para ambos os grupos. Os principais desajustes refletiram ingestão elevada para proteínas e lipídios, e deficiente para carboidratos, fibras, cálcio, vitaminas A, B12, C e E.

Tabela 10. Ingestão dietética energética, de macronutrientes e fibras apresentadas pelos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18).

		Energia (kcal)	Carboidrato (g/kg)	Proteína (g/kg)	Lipídio (%)	Fibra (g)
Placebo n=9	T_0	2853,96 (974,42–7385,31)	5,54 (2,18–11,7)	1,50 (0,67–3,59)	27,36 (12,85–43,16)	32,78 (5,23–70,06)
	T_{16}	4306,21 (2569,9–6310,81)	5,62 (4,52–9,53)	2,94 (1,35–4,22) [a]	31,70 (17,62–46,97)	32,08 (20,35–80,07)
	T_{30}	3867,11 (1888,73–5869,34)	7,85 (4,00–10,97)	1,54 (0,59–2,29) [b]	18,37 (11,25–28,59) [a]	34,53 (19,34–94,63)
	T_{45}	3556,94 (2472,05–5586,64)	5,73 (3,51–7,67)	1,81 (1,14–3,39)	35,76 (27,51–40,36) [b]	24,63 (10,06–49,56)
	T_{58}	3894,09 (1511,76–5525,85)	5,61 (2,05–8,30)	2,23 (0,96–4,33)	32,89 (9,69–50,07) [b]	32,17 (12,11–72,92)
Quercetina n=9	T_0	3381,93 (1631,32–7662,42)	6,71 (1,59–10,96)	1,88 (1,06–3,73)	26,98 (21,48–38,15)	39,04 (17,95–51,89)
	T_{16}	3763,6 (2468,72–8662)	6,10 (2,19–12,38)	2,20 (1,32–4,74)	31,05 (21,27–38,86)	33,41 (19,64–94,11)
	T_{30}	3893,19 (2461,82–5366,58)	6,74 (4,36–12,98)	1,62 (0,86–3,21)	21,73 (11,84–38,82) [a]	39,99 (15,59–67,48)
	T_{45}	4185,49 (2412,35–5389,95)	5,39 (2,89–7,89)	1,84 (1,09–3,38)	38,67 (32,49–44,93) [b]	16,82 (13,13–35,94)
	T_{58}	4077,11 (2038,74–7737,83)	6,04 (2,37–10,97)	1,95 (0,79–4,25)	37,31 (24,51–56,91)	34,31 (6,74–68,87)

Variáveis expressas em mediana (mínimo – máximo). a, b = diferenças intragrupos analisadas por teste de Friedman. $p < 0,05$.

Tabela 11. Ingestão dietética de cálcio, ferro, selênio, zinco e vitaminas A, B12, C e E apresentadas pelos grupos placebo e quercetina ao longo do estudo (n=18).

		Ca (mg)	Fe (mg)	Se (µg)	Zn (mg)	Vit. A (µg)	Vit. B12 (µg)	Vit. C (mg)	Vit. E (mg)
Placebo n=9	T_0	1055,63 (125,25–4345,79)	15,41 (8,29–59,98)	91,19 (14,54–212,59)	12,84 (5,63–34,7)	4318,13 (80,07–12845,64)	35,53 (0,65–93,75) [a]	37,88 (8,08–4053,58)	4,85 (1,52–24) [a]
	T_{16}	1096,58 (247,87–1894,82)	20,86 (12,8–28,93)	82,19 (1,09 – 92,28)	15,17 (12,13–69,85)	402,75 (78,69–639,67)	1,6 (0–4,77) [b]	69,97 (25,29–758,65)	1,21(0,11–4,59) [b]
	T_{30}	919,76 (272,62–3035,43)	14,4 (8,91–36,96)	105,98 (70,22–164,26)	10,98 (5,65–23,86)	139,85 (24,71–565,3)	1,35 (0,73–3,98) [b]	70,1 (27,67–1418,86)	0,56 (0,28–9,63) [b]
	T_{45}	1106,42 (529,21–1372,15)	17,54(11,05 –30,13)	85,84 (37,98–105,07)	17,1 (10,97–37,39)	393,17 (105,93–6518,19)	2,34 (0,21–47,58)	65,16 (3,23–635,74)	4,06 (1,29–13,25) [a]
	T_{58}	813,71 (301,07–2109,61)	17,41 (6,71–25,77)	88,52 (28,65–172,32)	18,55 (6,52–27,74)	331,6 (31,19–774,52)	1,71 (0–6,15) [b]	92,96 (4,14–1418,36)	5,05 (0,27–24,84) [a]
Quercetina n=9	T_0	720,58 (197,41–4074,26)	22,17(12,28 –53,87)	180,34 (52,36–298,88) [a]	15,84 (7,94–33,46)	8457,8 (182,4–9232,6) [a]	63,05 (5–66) [a]	87,09 (17,55–619,34)	6,86 (1,85–27,34) [a]
	T_{16}	1085,03 (667,17–9703,47)	20,59 (11,62–28)	72,86 (13,08–218,07) [b]	16,23 (8,39–48,22)	314,1 (90,44–1568,53)	1,25 (0,45–5,06) [b]	47,07 (7,5–1096,57)	1,83 (0,37–4,52) [b]
	T_{30}	967,47 (381,63–1809,7)	18,58 (6,93–34,77)	148,55 (76,78–362,75) [a]	14,44 (7,06–32,85)	199,72 (65,66–524,11) [b]	2,1 (0,99–4,01) [b]	76,26 (3,75–932,74)	1,24 (0,46–21,4) [b]
	T_{45}	1210,11 (832,3–2005,99)	17,38(13,44 –31,37)	54,27 (40,67–122,2)	17,93 (14,97–35,37)	558,47 (287,34–784,56)	1,08 (0,24–5,01) [b]	32,44 (2,37–142,12)	5,55 (0,48–15,07)
	T_{58}	1051,56 (389,65–4329,65)	21,24 (7,05–47,05)	56,36 (27,99–147,07)	18,08 (5,04–78,28)	312,69 (123,74–413,29) [b]	1,57 (0,18–12,9) [b]	25,44 (7,35–257,92)	7,01 (1,84–15,52)

Variáveis expressas em mediana (mínimo – máximo). a, b = diferenças intragrupos analisadas por teste de Friedman. $p < 0,05$.

6.2.5 Desempenho físico

Os valores apresentados nos testes físicos aplicados estão demonstrados na Tabela 12. Para preensão manual, onde foram realizados dois testes em cada mão, foram considerados os maiores valores para cada mão. Previamente à intervenção (T0), podemos observar que o grupo placebo apresentou pequena melhora no desempenho dos testes de preensão manual (mãos direita e esquerda) após a corrida, diferente do grupo tratado, cuja melhora foi observada somente para mão esquerda. Em ambos os grupos, os valores de salto em distância foram menores após a corrida. No entanto, tais diferenças, para mais ou para menos, não foram estatisticamente significativas.

Ao final da intervenção nutricional, a análise intergrupos mostrou diferença para o teste de preensão manual para mão direita pós corrida, tanto em T0 (p=0,0425) quanto em T58 (p=0,0072), sendo que o grupo placebo apresentou melhor desempenho em ambos os tempos. Avaliando intragrupos, o placebo apresentou aumento significativo na distância do salto pré corrida (p=0,0234) de T0 para T58. Já o grupo tratado, apresentou redução do tempo de corrida (p=0,0039), aumento na distância do salto pós corrida (p=0,0039) (Tabela 12).

Tabela 12. Desempenho físico apresentado pelos grupos placebo e quercetina nos testes aplicados (n=18).

	Placebo (n = 9)		**Quercetina (n = 9)**	
	T0	**T58**	**T0**	**T58**
PM (kg) pré corrida D	45,73±4,16	47,61±4,31	42,03±5,53	41,71±7,57
PM (kg) pré corrida E	43,28±5,33	45,54±6,75	42,65±6,93	44,36±8,10
SD (cm) pré corrida	214,44±27,22[a]	225,66±21,06 [b]	202,77±19,44	218,66±20,17
Corrida (minutos)	10,33±0,81	9,9±0,53	11,02±0,79 [a]	10,07±0,53 [b]
PM (kg) pós corrida D	46,44±3,77 [1]	47,74±2,52 [1]	40,97±6,36 [2]	40,77±6,62 [2]
PM (kg) pós corrida E	45,36±5,45	45,23±5,03	43,54±6,48	42,48±8,13
SD (cm) pós corrida	213,88±28,93	225,44±16,93	201,22±20,82 [a]	220,44±17,23 [b]

Variáveis expressas em média ± DP. PM = preensão manual; D = mão direita; E = mão esquerda; SD = salto em distância. a, b = diferenças intragrupos analisadas por teste Wilcoxon. 1, 2 = diferença intergrupos analisada por teste Mann-Whitney. $p < 0,05$.

As médias apresentadas pelo grupo placebo, no teste de corrida, são classificadas como “muito bom” ou “excelente” tempo de percurso, seja em T0 ou T58. Já o grupo quercetina expressou média equivalente a “bom” ou “muito bom” tempo de percurso em T0 e “excelente” em T58. Não foram encontradas correlações entre

dados de composição corporal, perfil bioquímico e desempenho físico apresentados pelos militares.

Também foram calculadas diferenças entre tempos e momentos para cada teste realizado. Os deltas estão expressos na Tabela 13. Para cada marcador, foram realizadas as seguintes comparações: (T0 pré corrida–T0 pós corrida) x (T58 pré corrida–T58 pós corrida) e (T0 pré corrida–T58 pré corrida) x (T0 pós corrida–T58 pós corrida), inter e intragrupos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os deltas calculados.

Tabela 13. Deltas de desempenho físico apresentados pelos grupos placebo e quercetina nos testes aplicados (n=18).

		PM (kg) D	PM (kg) E	SD (cm)
Placebo n=9	**T0 pré corrida–T0 pós corrida**	-0,71±4,05	-2,07±2,88	0,55±8,23
	T58 pré corrida–T58 pós corrida	-0,13±3,07	0,31±2,44	0,22±9,92
	T0 pré corrida –T58 pré corrida	-1,87±3,43	-2,25±3,58	-11,22±11,36
	T0 pós corrida –T58 pós corrida	-1,3±3,18	0,13±2,56	-11,55±17,21
Quercetina n=9	**T0 pré corrida–T0 pós corrida**	1,05±3,49	-0,88±5,15	1,55±10,52
	T58 pré corrida–T58 pós corrida	0,93±4,99	1,87±5,48	-1,77±11,36
	T0 pré corrida –T58 pré corrida	0,32±3,19	-1,71±3,47	-15,88±22,91
	T0 pós corrida –T58 pós corrida	0,2±6,71	1,05±4,85	-19,22±13,16

Variáveis expressas em média ± DP. PM = preensão manual; D = mão direita; E = mão esquerda; SD = salto em distância. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

6.2.6 Discussão

Os principais achados deste estudo são: a) a BCQ apresentou maior capacidade antioxidante e maior teor de fenólicos totais e flavonoides, comparada à placebo; b) após 58 dias de intervenção nutricional, o grupo tratado com quercetina apresentou redução de massa gorda (kg e %) e aumento de massa magra (%), redução de LDL pré teste físico, além de redução do tempo de corrida e aumento na distância do salto após a corrida; c) ambos os grupos apresentaram aumento das concentrações séricas de CT pré teste físico, entretanto, essa elevação foi menor no grupo quercetina; d) após 58 dias de intervenção, o placebo apresentou aumento da distância do salto pré corrida; e) comparando os grupos estudados, o placebo apresentou melhor desempenho no teste de preensão manual (mão direita), após as corridas realizadas em T0 e em T58; f) não foram encontradas correlações entre variáveis corporais, bioquímicas e de desempenho físico.

Não foram encontradas diferenças de composição corporal entre os grupos avaliados, no entanto, o grupo tratado apresentou redução significativa de massa gorda (kg e %) e aumento de massa magra (%) após a intervenção nutricional. Esses resultados estão de acordo com outros autores que sugerem efeito positivo da quercetina sobre a gordura corporal e massa magra. Lee *et al*. (2016) conduziram um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, para avaliar a influência do extrato de casca de cebola rico em quercetina sobre a composição corporal de homens e mulheres com sobrepeso e obesidade. Os indivíduos receberam cápsulas de extrato de casca de cebola contendo 100 mg de quercetina (n=36) ou placebo (n=36), diariamente, durante 12 semanas. Após este período, constatou-se redução significativa no % de gordura corporal somente no grupo suplementado. Nishimura *et al*. (2020) avaliaram o efeito da ingestão de 9 g de cebola em pó/ dia, durante 12 semanas, sobre a área de gordura visceral (AGV) de 70 indivíduos com sobrepeso. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos suplementado e placebo, porém, para indivíduos com baixas concentrações de HDL, a AGV foi significativamente menor no grupo tratado. Segundo os autores, o consumo de cebola rica em quercetina pode ser benéfico para prevenir a obesidade. Em estudo realizado por Peng *et al*. (2020), a quercetina diminuiu a ingestão de alimentos e reduziu significativamente o peso corporal, a gordura perirenal e a gordura do epidídimo, de ratos alimentados com dieta rica em gordura. Esses resultados demonstram que a quercetina pode atenuar a obesidade induzida por dieta rica em gordura.

Nossos resultados positivos na massa magra também corroboram com outros relatos na literatura, que mencionam a capacidade da quercetina de promover aumento de massa muscular em atletas. Omi *et al*. (2019) avaliaram o efeito da ingestão de isoquercitrina enzimaticamente modificada em pó de proteína suplementar sobre a composição corporal de jogadores de futebol americano. Após suplementação realizada 6 dias por semana, durante 4 meses, o grupo suplementado (n=19) apresentou alterações de massa livre de gordura e massa muscular dos membros inferiores significativamente maiores do que o placebo (n=20).

No entanto, nem todos os estudos comprovam um efeito positivo sobre a composição corporal. Knab *et al*. (2011) analisaram a ingestão de 500 e 1000 mg de quercetina combinada com niacina e vitamina C, por um grupo de 941 homens e mulheres, durante 12 semanas, e não encontraram alteração significativa de peso ou

gordura corporal. Os autores justificam a escolha da combinação como forma de aumentar a biodisponibilidade da quercetina. Darvishi *et al*. (2013) adotaram 1000 mg/dia, durante 8 semanas, para avaliar o efeito do flavonol em nadadoras femininas, distribuídas em grupos suplementado (n=14) e placebo (n=12). Os resultados obtidos não demonstraram efeitos significativos na gordura corporal das atletas. Askari *et al*. (2013a) realizaram um tratamento de 8 semanas, onde 60 atletas masculinos foram distribuídos em quatro grupos, que receberam diariamente 500 mg de quercetina + 250 mg de vitamina C, 500 mg de quercetina + 250 mg de vitamina C placebo, 500 mg de quercetina placebo + 250 mg de vitamina C, e 500 mg de quercetina placebo + 250 mg de vitamina C placebo, respectivamente. Não foram relatadas diferenças significativas entre os grupos quercetina e placebo, com alterações positivas derivadas apenas da combinação quercetina + vitamina C, isto é, a quercetina sozinha não foi capaz de promover alterações de composição corporal.

Considerando que a composição corporal resulta, principalmente, do consumo alimentar e do nível de treinamento físico do indivíduo, poderíamos supor que os resultados positivos encontrados no presente estudo não estão atrelados à ingestão de quercetina, mas sim à rotina de treinamento intenso dos militares. De fato, a relação entre treinamento e alterações de composição corporal é bem estabelecida (LESTER *et al*., 2010; CROMBIE *et al*., 2012; RICHMOND *et al*., 2014; LANGER *et al*., 2018; OJANEN; JALANKO; KYROLAINEN, 2018). Contudo, as alterações foram observadas somente no grupo tratado com quercetina, resultados que apoiam outros diversos estudos cujos benefícios da quercetina frente à composição corporal e consequentemente ao exercício físico, vêm sendo relatados. O interesse dos pesquisadores se deve à capacidade da quercetina atuar sobre o tecido adiposo por meio de mecanismos que incluem redução das concentrações de triglicerídeos, inibição da adipogênese, redução do número de adipócitos, estímulo da lipólise e de apoptose (RACINOWSKI *et al*., 2022).

A redução da massa gorda é fundamental especialmente para populações atléticas, com o objetivo de otimizar o desempenho (McADAM *et al*., 2018b). No caso de militares, especificamente, onde o treinamento e situações de combate podem impactar substancialmente a massa corporal, é imprescindível monitorar o peso e a composição corporal, bem como avaliar as medidas necessárias para evitar o comprometimento do desempenho. Tendo em vista que em alguns momentos da atividade militar os indivíduos têm seu consumo alimentar restrito a rações de

combate, os prejuízos sobre a composição corporal podem ser ainda mais acentuados (TASSONE; BAKER, 2017). Neste cenário, as propriedades da quercetina são particularmente interessantes.

Com relação à avaliação bioquímica, ambos os grupos apresentaram elevação da maioria dos biomarcadores de dano celular entre os momentos pré e pós TF, conforme observado pelos valores negativos demonstrados na Tabela 11. Isso mostra que os testes físicos aplicados foram capazes de induzir dano. Embora essa comparação não seja o objetivo deste estudo, vale destacar que alterações desses biomarcadores são comuns após a prática de exercício físico intenso (HAMMOUDA *et al*., 2012; BESSA *et al*., 2016; HONDA *et al*., 2017; LEE *et al*., 2017; OJANEN; JALANKO; KYROLAINEN, 2018).

Após 58 dias de intervenção nutricional, ambos os grupos estudados apresentaram alterações em marcadores de glicemia, perfil lipídico e dano celular. As concentrações séricas de glicose foram significativamente reduzidas no grupo placebo, após o TF, um efeito não observado no grupo tratado. Este resultado é consistente com Tsao *et al*. (2022), que avaliaram o efeito da ingestão de 1000 mg de quercetina diariamente, por 7 dias. No estudo, 12 indivíduos fisicamente ativos foram separados em grupos suplementado e placebo. Entre outros resultados, os autores não observaram resposta significativa na glicose.

Por outro lado, outros estudos investigaram a influência da quercetina no metabolismo da glicose e indicaram resultados positivos. Em uma meta-análise de ensaios clínicos randomizados controlados por placebo, Menezes *et al*. (2017) verificaram efeitos da quercetina sobre marcadores de risco cardiovascular. Os resultados demonstraram que este flavonol reduziu significativamente a glicemia de jejum. Seiva *et al*. (2012) induziram a obesidade em ratos, com glutamato monossódico, para avaliar o efeito da quercetina (75 mg/kg de peso) sobre as alterações metabólicas associadas. Após 42 dias de tratamento, os autores constataram uma normalização das concentrações de glicose e redução dos efeitos tóxicos sobre as funções hepática e renal, e atribuíram os resultados ao potencial antioxidante da quercetina. Zhao *et al*. (2011) demonstraram que uma dieta contendo quercetina a 0,5%, durante 14 dias, foi capaz de promover redução nas concentrações de glicose em ratos, e sugerem um aumento da glicólise anaeróbica associado à função mitocondrial otimizada. Baseados em relatos de propriedades antidiabéticas da quercetina (AGUIRRE *et al*., 2011), Eseberri *et al*. (2021) avaliaram se doses

fisiológicas de resveratrol e quercetina influenciam o metabolismo da glicose em miotubos humanos. Nenhum dos polifenóis se mostraram capazes de modificar a captação de glicose, entretanto, ambos promoveram maior síntese de glicogênio e redução de lactato, resultados vantajosos para a homeostase da glicose e resistência ao exercício. Peng *et al*. (2017) observaram que, após 12 semanas de tratamento, a quercetina promoveu a síntese de glicogênio hepático e reduziu a glicemia, em ratos com diabetes mellitus induzido. Os pesquisadores afirmam que a quercetina é capaz de otimizar a fosforilação de Akt, fosforilação de GSK-3 (glicogênio sintase quinase) e os níveis de expressão de glicoquinase, promovendo a síntese de glicogênio e redução da glicemia.

As implicações da quercetina para o metabolismo da glicose envolvem diferentes mecanismos. Entre eles podemos citar aumento da captação de glicose induzida pela insulina no músculo (maior sensibilidade à insulina), aumento da síntese e translocação de GLUT4 para a membrana celular do músculo, aumento da secreção de insulina por β -células pancreáticas (por meio da interação com canais de Ca 2+), redução da concentração de TNFα, além de aumento da fosforilação de AMPK e da atividade de glicogênio sintase, e inibição da glicose-6-fosfato, nos hepatócitos (RACINOWSKI *et al*., 2022). É importante ressaltar que, diferente dos estudos que relatam efeitos positivos na glicemia, no presente estudo não foi possível seguir protocolo de jejum, o que pode ter comprometido os resultados obtidos.

O placebo também demonstrou redução das concentrações de CK e mioglobina (pré TF), e de proteína carbonilada e creatinina (pós TF). Estes resultados não foram observados no grupo que recebeu a BCQ, divergindo de outras pesquisas que verificaram uma redução de marcadores de dano celular associada à administração de quercetina. Sgro *et al*. (2021) conduziram um estudo randomizado, duplo-cego, onde 12 (doze) jovens moderadamente treinados ingeriram cápsulas de quercetina (1000 mg/dia) ou placebo por 14 dias e, em seguida, foram submetidos a um protocolo de lesão muscular induzida por exercício excêntrico. Foi identificado que a quercetina reduziu significativamente marcadores como CK e mioglobina, durante o período de recuperação. Em estudo realizado por Chen *et al*. (2021), 30 camundongos machos foram divididos em grupos quercetina (0,005% ou 50 mg de quercetina/kg de ração) e controle. Após 6 semanas de tratamento, foi aplicado um teste de natação. Observou-se que a suplementação prolongou significativamente o tempo até a exaustão. Além disso, a expressão de genes relacionados à β-oxidação de ácidos

graxos aumentou, e as concentrações de CK e LDH reduziram significativamente, indicando uma capacidade da quercetina de remover os metabólitos acumulados durante o exercício. Esses resultados indicam que a quercetina é capaz de aumentar a resistência à fadiga, reduzir o dano muscular e aumentar a β-oxidação de ácidos graxos.

Bazzucchi *et al*. (2020) hipotetizaram que a quercetina seria capaz de prevenir a perda de força muscular e, ainda, melhorar a recuperação, 7 dias após dano muscular induzido por exercício excêntrico. Dezesseis (16) homens praticantes de atividade física de baixa a moderada intensidade foram recrutados e ingeriram, diariamente, 2 cápsulas de 500 mg de quercetina ou placebo, durante 14 dias. Os resultados mostraram que a suplementação foi capaz de atenuar significativamente a perda de força, comparada ao placebo. Além disso, o placebo apresentou maior aumento de CK e LDH em relação ao grupo tratado. Os autores concluíram que 14 dias de suplementação de quercetina melhoram a recuperação neuromuscular e atenuam o aumento de biomarcadores de dano, em virtude de seu potencial anti-inflamatório e antioxidante. No estudo de Tsao *et al*. (2022), 7 dias de suplementação de quercetina foram suficientes para promover redução das concentrações de CK após exercício intenso. Por outro lado, não foram encontradas diferenças significativas para mioglobina, assim como no nosso estudo. O'Fallon *et al*. (2012) também avaliaram o efeito da quercetina sobre marcadores de dano muscular induzido pelo exercício. 30 homens saudáveis ingeriram uma barra nutricional contendo 1000 mg de quercetina ou placebo, durante 7 dias antes e 5 dias após sessões de exercício intenso. A suplementação não promoveu alterações significativas nas concentrações de CK, resultado semelhante aos observados no presente estudo.

Não foi observada alteração significativa de outros marcadores de dano, como ALT e AST, em nenhum dos grupos estudados. Porém, como não foi possível cumprir o protocolo de jejum, esses resultados podem ter sido influenciados. Gao *et al*. (2020) examinaram o efeito da quercetina sobre danos hepáticos induzidos por exercício intenso. Para isso, camundongos machos receberam 100 mg de quercetina/kg de peso, durante 4 semanas, e realizaram um protocolo de corrida nos últimos 7 dias. Os autores constataram redução das concentrações séricas de ALT e AST, e sugerem que a ação da quercetina está relacionada à inibição de NF-κB e consequentemente da liberação de mediadores pró-inflamatórios. Martin-Rincon *et al*. (2020) demonstraram que a administração de quercetina combinada com extrato de folha de

manga rico em mangiferina exerceu efeito protetor contra o dano muscular induzido por exercício, atenuando a elevação de ALT e mioglobina, em homens fisicamente ativos. Porém, não houve efeito sobre as concentrações de CK. No estudo de Seiva *et al*. (2012), 75 mg de quercetina/kg de peso, durante 42 dias, promoveu redução de ALT, AST, LDH e creatinina em ratos obesos. Nishimura *et al*. (2020) também verificaram redução de ALT ao administrar 9 g de cebola em pó, rica em quercetina, em indivíduos com sobrepeso, durante 12 semanas.

Com relação à CAT, ambos os grupos apresentaram redução (pré TF) após 58 dias de intervenção nutricional. Este resultado diverge de outros que apoiam o potencial antioxidante da quercetina. No estudo conduzido por Tsao *et al*. (2022), a administração de 1000 mg de quercetina (7 dias) promoveu atividade de CAT e SOD significativamente maiores, além de níveis de malondialdeído significativamente menores, comparada ao placebo. Seiva *et al*. (2012) também verificaram maior atividade de SOD e GPx após tratamento de 75 mg de quercetina/kg de peso em ratos obesos. Segundo Duranti *et al*. (2018), os efeitos de um antioxidante são melhor observados em populações com níveis elevados de inflamação e estresse oxidativo, como em praticantes de exercício de alta intensidade. Ainda assim, os militares desde estudo não foram beneficiados pela ingestão de quercetina nesse aspecto. Embora a capacidade antioxidante da BCQ tenha sido significativamente maior em relação à Placebo, não foram observadas diferenças de CAT entre os grupos. Este resultado pode ter ocorrido em função do consumo alimentar que os militares já apresentavam – e que não foi controlado –, de modo que uma baixa ingestão de micronutrientes antioxidantes pode ter neutralizado a capacidade antioxidante da BCQ ofertada.

A discrepância de nossos achados em relação a outros citados pode ser atribuída a alguns fatores. Em alguns estudos, os participantes foram instruídos a não consumirem alimentos fontes de quercetina durante toda a investigação (BAZZUCCHI *et al*., 2020; TSAO *et al*., 2022) ou por 3 dias antes e durante o estudo (O'FALLON *et al*., 2012), diferente do presente estudo e daquele realizado por Sgro *et al*. (2021), onde a orientação se restringiu a manter os hábitos alimentares. Há ainda autores que não mencionam esse tipo de controle (MARTIN-RINCON *et al*., 2020; NISHIMURA *et al*., 2020). Além disso, perfil e *n* amostral, protocolo de coleta de sangue, protocolo de exercício, dosagem ofertada e tempo de administração da suplementação variam entre os estudos, dificultando a comparação. Segundo Bazzucchi *et al*. (2020), a

capacidade de promover adaptações na resistência da membrana aumenta conforme aumenta a duração da suplementação.

A principal diferença entre os grupos estudados foi referente ao perfil lipídico. Ambos os grupos apresentaram elevação de CT (pré TF) após 58 dias, porém esse aumento foi menor no grupo tratado com quercetina. Além disso, os militares que receberam a BCQ também apresentaram redução de LDL (pré TF), mas também de HDL (pré TF). Nossos achados são consistentes com diversos estudos que mencionam a capacidade da quercetina de modular o perfil lipídico. Peng *et al*. (2020) demonstraram que a quercetina promoveu reduções significativas de TG, LDL, TNF-α e insulina, além de melhorar a tolerância à glicose, em ratos alimentados com dieta rica em gordura. A meta-análise realizada por Menezes *et al*. (2017) constatou reduções significativas de CT, LDL e TG, bem como aumento de HDL decorrentes da ingestão do flavonol. Seiva *et al*. (2012) também observaram melhoras no perfil lipídico de ratos obesos, incluindo normalização de HDL e redução de CT, LDL, VLDL e TG, após administração de quercetina. A literatura menciona que os efeitos benéficos da quercetina sobre o perfil lipídico se devem à sua ação antioxidante, inibindo a oxidação do LDL, além da capacidade de alterar a absorção do colesterol hepático, montagem e secreção de TG (ZERN; FERNANDEZ, 2005; RIVERA *et al*., 2008; SAHEBKAR, 2017). Por outro lado, Sahebkar (2017) relatou, em uma meta-análise de ensaios clínicos randomizados, que doses ≥ 500 mg/dia se mostraram suficientes para reduzir significativamente as concentrações de TG, enquanto nenhum efeito foi observado sobre HDL e LDL. Além disso, os resultados indicaram um aumento leve e irrelevante no CT. Entretanto, o autor destaca o pequeno número de estudos analisados (5 estudos, totalizando 442 indivíduos – 221 tratados e 221 no grupo controle) como uma das limitações e reforça a necessidade de mais pesquisas.

Outros estudos não encontraram resultados positivos. Askari *et al*. (2013b) avaliaram efeitos da ingestão de quercetina e vitamina C sobre perfil lipídico de 60 atletas masculinos, em um tratamento de 8 semanas. Não foram encontradas alterações significativas. Zhang *et al*. (2015) constataram que uma dieta contendo 0,4% de quercetina não alterou significativamente TG, CT e HDL de ratos, e ainda aumentou significativamente as concentrações de LDL, em comparação ao grupo controle. Os autores sugerem que a quercetina modula o metabolismo do colesterol hepático, principalmente, por meio das vias que promovem a conversão de colesterol em ácido biliar e o efluxo de colesterol. No estudo de Zhao *et al*. (2011), uma dieta

com 0,5% de quercetina, durante 14 dias, resultou em aumento de LDL e, assim como no presente estudo, redução de HDL, em ratos. Segundo os autores, tais alterações indicam aumento da excreção de LDL na corrente sanguínea ou retardo na eliminação de LDL. De qualquer forma, como a elevação de LDL sérico representa risco cardiovascular, mais estudos são necessários para investigar os efeitos da quercetina.

A relação entre alimentação e alterações bioquímicas é bem conhecida e descrita na literatura (GRAVINA *et al*., 2012; LEE *et al*., 2017; LARSON-MEYER; WOOLF; BURKE, 2018). No presente estudo, todos os militares apresentaram variações de consumo alimentar ao longo do tempo, o que é esperado, visto que oscilações na ingestão de energia, macro e micronutrientes se dão de acordo com o cardápio servido e as escolhas alimentares individuais. Foram encontradas diversas inadequações dietéticas ao longo do estudo, em ambos os grupos, o que pode justificar a elevação de CT sérico mesmo em um cenário de exercício físico intenso. Micronutrientes representam as principais alterações, que estão atreladas aos tipos de alimentos consumidos no período. Contudo, tais inadequações nutricionais aparecem e desaparecem ao longo do tempo. No geral, parece não haver interferência da alimentação sobre o efeito da quercetina. Isso mostra que os efeitos observados sobre gordura corporal e concentrações de CT e LDL são de fato atrelados à ingestão de quercetina e não à alimentação em si.

Além de inibir a oxidação de LDL, o potencial antioxidante da quercetina também está relacionado à sua capacidade de promover a eliminação de EROs. Desse modo, é capaz de combater o estresse oxidativo e ajudar a atenuar a inflamação (TSAO *et al*., 2022). A suplementação com compostos antioxidantes contribui para que as fibras musculares eliminem EROs, prevenindo contra danos oxidativos no músculo e fadiga (BELVIRANLI; OKUDAN, 2015). De acordo com Huang *et al*. (2019), minimizar o estresse oxidativo, inflamação e danos musculares provocados pelo exercício de alta intensidade é fundamental para otimizar o desempenho físico.

O placebo apresentou melhor desempenho no teste de preensão manual (mão direita), após as corridas realizadas em T0 e em T58, quando comparado ao grupo tratado. Este foi um resultado inesperado, já que não foram encontrados relatos semelhantes. Alguns estudos não encontraram alterações significativas de desempenho físico promovidas pela quercetina. Bigelman *et al*. (2010) investigaram o efeito de seis semanas de suplementação de quercetina (1000 mg/dia) sobre o VO_2

máximo e o desempenho em testes físicos de treinamento militar. 58 indivíduos moderadamente treinados foram recrutados e distribuídos em grupo quercetina e placebo (22 homens e 7 mulheres cada). Os testes foram realizados antes e após o período de tratamento, e incluíram avaliação de capacidade aeróbia, resistência muscular, potência e velocidade. As alterações observadas intra e intergrupos foram insignificantes. Resultados semelhantes foram obtidos por Cureton *et al*. (2009), que avaliaram 7 a 16 dias de suplementação de quercetina (1000 mg/dia) em 30 homens fisicamente ativos, porém não treinados em resistência. Neste estudo, pico de VO_2, capacidade oxidativa muscular, percepção de esforço, desempenho de ciclismo prolongado e perda de força não foram significativamente afetados. Darvishi *et al*. (2013) também não encontraram efeitos da suplementação de quercetina (1000 mg/dia, durante 8 semanas) sobre índices de desempenho no exercício (como VO_2 máximo, LDH, gordura corporal), em 26 atletas femininas.

Ainda que alguns autores não relatem benefício decorrente da ingestão de quercetina, um melhor desempenho do placebo em relação ao grupo tratado também não foi identificado. Talvez a individualidade da resposta ao treinamento físico justifique o melhor resultado do placebo no teste de preensão manual. De acordo com KYRÖLÄINEN *et al*. (2018), a adaptação ao treinamento e o desempenho militar são afetados de forma significativa por diversos fatores, incluindo composição corporal, histórico de treinamento, idade, sono, recuperação, balanço energético, nutrição, tabagismo, motivação, entre outros, que não foram avaliados no presente estudo. Estes fatores são individuais e determinantes no desempenho ideal de força, endurance e rapidez na rotina militar.

A avaliação intragrupos constatou uma melhora de desempenho do grupo quercetina, incluindo redução do tempo de corrida e aumento da distância do salto pós corrida, após 58 dias de tratamento. Esses dados sugerem uma melhora do condicionamento físico, que em parte pode estar associada ao programa de treinamento realizado, já que o placebo também apresentou aumento da distância do salto (porém pré corrida). No entanto, os aumentos de desempenho na corrida e no salto após a corrida, após 58 dias de tratamento, não foram observados no placebo, sugerindo que podem ter sido reflexo da ingestão de quercetina. Estes achados corroboram com outros estudos cujos resultados confirmam o efeito positivo da quercetina sobre o desempenho.

Bazzucchi *et al*. (2019) avaliaram os efeitos de 14 dias de suplementação de quercetina (1000 mg/dia) em 12 homens fisicamente ativos. Os indivíduos foram designados em grupo quercetina (2 cápsulas de 500 mg/dia) e placebo, e submetidos a um protocolo de exercício capaz de induzir danos musculares. Observou-se que a perda de força e o comprometimento neuromuscular foram significativamente menores no grupo quercetina comparado ao placebo. Patrizio *et al*. (2018) hipotetizaram que uma dose aguda de quercetina antes de uma sessão de treinamento de resistência atenuaria o estresse oxidativo e a perda de força associada. Os pesquisadores avaliaram 10 homens treinados, que consumiram 1000 mg de quercetina/dia (2 cápsulas de 500 mg) ou placebo, 3 horas antes de uma sessão de treinamento de resistência. Os resultados indicaram redução da perda de força pós exercício resistido, maior taxa de eficiência neuromuscular e maior volume total de exercícios de resistência no grupo quercetina, em comparação ao placebo. No estudo realizado por Martin-Rincon *et al*. (2020), 57 indivíduos fisicamente ativos (33 homens e 24 mulheres) foram divididos em grupos tratado e placebo para avaliar os efeitos da administração de quercetina combinada com extrato de folha de manga rico em mangiferina sobre o desempenho. A suplementação atenuou a dor e o dano muscular provocado por uma corrida e acelerou a recuperação muscular. Os autores atribuem os efeitos às propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias da combinação ofertada. Davis *et al*. (2009b) comprovaram o efeito da quercetina sobre a capacidade aeróbica e de resistência em 12 indivíduos não treinados. Participantes que ingeriram 500 mg de quercetina duas vezes ao dia, durante 7 dias, apresentaram aumento de 3,9% no VO_2 máximo e 13,2% no tempo até a fadiga, em comparação ao placebo. De acordo com os autores, a quercetina pode ser interessante para otimizar o desempenho de atletas e militares. Uma meta-análise (KRESSLER; MILLARD-STAFFORD; WARREN, 2011) que incluiu 11 estudos (totalizando 254 indivíduos) avaliou o efeito da quercetina sobre a capacidade de endurance. Foi demonstrado que o flavonol melhora o VO_2 e o desempenho no exercício, porém, este efeito é pequeno (~3%) em relação ao placebo.

Os mecanismos pelos quais a quercetina age para melhorar o desempenho ainda são indefinidos. Bazzucchi *et al*. (2019) sugerem que o sistema neuromuscular é sensível à quercetina, que, sendo lipofílica, consegue atravessar as membranas estabilizando-as e preservando o acoplamento excitação-contração nas fibras musculares. Desse modo, a quercetina atenuaria a fraqueza muscular. Patrizio *et al*.

(2018) também relacionam os resultados obtidos em seu estudo à propriedade lipofílica da quercetina. De acordo com os autores, essa característica permite que o composto cruze a barreira hematoencefálica e atue sobre os receptores de adenosina no cérebro (efeito psicoestimulante), atenuando os sintomas da fadiga neuromuscular. Além disso, o maior volume de exercício poderia estar associado à redução da percepção de esforço. Considerando o envolvimento dos radicais livres na nocicepção (TREVISAN *et al*., 2014), Martin-Rincon *et al*. (2020) relacionam o efeito analgésico (refletido pela redução da dor muscular) à capacidade da quercetina de eliminar radicais livres. No estudo conduzido por Tsao *et al*. (2022), a suplementação de quercetina, durante 7 dias, promoveu aumento do tempo de ciclismo de alta intensidade até a exaustão. Os resultados foram relacionados com uma melhor captação de glicose estimulada pela insulina em todo o corpo e à capacidade antioxidante, que atenuou o estresse oxidativo e, consequentemente, aumentou o tempo até a exaustão.

Alguns autores mencionam um “teto” de biogênese mitocondrial, que poderia justificar a ausência de efeitos em indivíduos mais treinados. O conceito considera um dos possíveis mecanismos de ação da quercetina, que se dá por meio da otimização da biogênese mitocondrial. Com maior conteúdo mitocondrial, ocorre um aumento da capacidade oxidativa do músculo esquelético e, consequentemente, aumento do desempenho durante exercícios prolongados e exaustivos. Segundo os autores, indivíduos altamente treinados supostamente já alcançaram o “teto” de capacidade oxidativa muscular, de modo que indivíduos moderadamente ou pouco treinados se beneficiariam mais da suplementação de quercetina (CURETON et al., 2009; BIGELMAN et al., 2010; KRESSLER; MILLARD-STAFFORD; WARREN, 2011). Contudo, Racinowski *et al*. (2022) ressaltam que a influência da quercetina sobre a biogênese mitocondrial ainda não foi confirmada.

No presente estudo, não foi possível monitorar duração e tipo de exercícios realizados durante o COMANF, devido ao sigilo do treinamento militar. Desse modo, não é possível determinar a carga de treino que os fuzileiros navais foram submetidos. Enquanto uma carga elevada de exercícios combinada com privação de sono e má alimentação podem prejudicar o desempenho físico, se houver período de recuperação suficiente esse desempenho pode ser otimizado. Esta é uma limitação de estudos com essas populações, pois, apesar do treinamento ser de grande

importância para a atividade militar, não são fornecidas as informações necessárias para detalhar os exercícios trabalhados.

Outro ponto a ser considerado é a forma de administração da quercetina. A maioria dos estudos encontrados realizou a suplementação em cápsulas (BAZZUCHI *et al*., 2009; DARVISHI *et al*., 2013; MARTIN-RINCON *et al*., 2020; PATRIZIO *et al*., 2018; TSAO *et al*., 2022), porém, alguns pesquisadores afirmam que um alimento funcional poderia ser mais eficaz, devido à ação sinérgica de outros componentes da matriz alimentar (fibras e gordura, por exemplo) e ao favorecimento da absorção da quercetina (EGERT *et al*., 2012; GUO *et al*., 2013; WANG et al., 2016; LIN *et al*., 2019). Este fator fortalece os resultados do presente estudo, pois optou-se por uma barra de cereal fortificada com quercetina que, inclusive, apresentou capacidade antioxidante e teor de fenólicos totais e flavonoides significativamente maiores do que a barra de cereal placebo. Em alguns estudos (CURETON *et al*., 2009; BIGELMAN *et al*., 2010; MARTIN-RINCON *et al*., 2020), a quercetina foi combinada com outros compostos e alguns autores justificam a escolha afirmando que a composição melhora a biodisponibilidade da quercetina (BIGELMAN *et al*., 2010). Entretanto, é importante ressaltar que uma combinação pode influenciar os resultados obtidos, de modo que impossibilita atribuí-los à quercetina, quando há outros compostos que podem ter efeitos aditivos ou sinérgicos (CURETON *et al*., 2009; KRESSLER; MILLARD-STAFFORD; WARREN, 2011; MARTIN-RINCON *et al*., 2020).

Com relação à dosagem, ainda não há consenso. Alguns estudos mencionam que 1000 mg de quercetina é uma dose segura (ANDRES *et al*., 2018; SIMIONI *et al*., 2018), porém, outros afirmam que esta quantidade poderia comprometer a adaptação ao treinamento (CASUSO *et al*., 2014). Conforme apresentado anteriormente, podemos observar efeitos positivos ou nulos com 1000 mg. No presente estudo, 600 mg foram suficientes para promover redução de massa gorda (kg e %), aumento da massa magra (%), redução das concentrações de CT e LDL, redução do tempo de corrida e aumento na distância do salto pós corrida. Estes dados sugerem que a quercetina foi capaz de otimizar a resposta ao treinamento, reforçando as evidências de seu potencial ergogênico. Vale destacar que foram encontrados poucos estudos avaliando os efeitos da ingestão de quercetina em humanos, especialmente em populações fisicamente ativas. Apesar da amostra reduzida, o presente estudo contribui com as evidências do uso de quercetina direcionado a este público.

Diante das variações nos resultados dos estudos já realizados, incluindo perfil e *n* amostral, protocolo de coleta de sangue, protocolo de exercício, dosagem ofertada, forma e tempo de administração da suplementação, a necessidade de mais pesquisas é reforçada. Novos estudos permitirão confirmar os efeitos da quercetina e definir doses específicas, contribuindo para que o composto se estabeleça como estratégia nutricional e possa ser recomendado com vistas à melhora do desempenho físico.

7 CONCLUSÃO

- Os fuzileiros navais ingressaram no COMANF apresentando insuficiência de diversos micronutrientes no consumo alimentar pontual. A composição corporal se mostrou semelhante ao perfil comumente encontrado em estudos com militares e a maioria dos indivíduos não apresentou alterações de glicemia, perfil lipídico ou em biomarcadores de dano celular.
- Após 58 dias de intervenção, o grupo quercetina apresentou redução de massa gorda (kg e %), aumento de massa magra (%), redução do tempo de corrida e aumento da distância do salto pós corrida. O placebo, por sua vez, apresentou aumento na distância do salto pré corrida. Comparando os grupos estudados, o placebo apresentou melhor desempenho no teste de preensão manual (mão direita), após as corridas realizadas em T0 e em T58. Após 58 dias, os dois grupos estudados apresentaram aumento das concentrações séricas de CT (pré teste físico), porém, este aumento foi menor no grupo quercetina.
- Não foram encontradas correlações entre dados de composição corporal, perfil bioquímico e desempenho físico apresentados pelos militares.
- Os achados deste estudo reforçam as evidências do potencial ergogênico da quercetina, com efeitos positivos sobre a composição corporal, perfil lipídico e desempenho em testes físicos aplicados em ambiente militar. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a considerar variáveis ecológicas do serviço militar para avaliação da ingestão de um alimento funcional fortificado com quercetina durante o treinamento, favorecendo, portanto, possíveis aplicações práticas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas limitações devem ser consideradas neste estudo. A ingestão alimentar discutida no primeiro capítulo incluiu valores obtidos a partir de somente 1 recordatório de 24 horas, o que não é suficiente para caracterizar o consumo alimentar habitual. Além disso, não foi possível estimar o gasto energético e, consequentemente, avaliar a ingestão energética dos militares, já que não tivemos acesso a um melhor detalhamento da rotina de treinamento do COMANF. Outro ponto a ser ressaltado é que não temos referências de composição corporal para atletas e/ou militares, dificultando uma avaliação mais específica deste parâmetro.

Devido à rotina rigorosa de treinamento e consequente restrição de horários disponíveis para coleta de dados, não foi possível atender protocolos de jejum, por exemplo, exigidos em alguns exames bioquímicos. Com o tempo limitado, também não foi possível obter amostras biológicas adequadas para avaliação das concentrações de lactato, o que permitiria melhor avaliação de danos pós exercício e do efeito da quercetina. Além disso, os testes de desempenho físico foram aplicados em locais diferentes, sendo o primeiro em uma pista de atletismo do CIASC, e o segundo em areia, no CEFAN. O ambiente pode ter influenciado os resultados obtidos. No entanto, os testes foram escolhidos devido a sua aplicabilidade no público avaliado, já que tais condições refletem a realidade do COMANF.

Para pesquisas futuras, a avaliação de lactato, avaliação da ingestão de alimentos fontes de quercetina e um maior detalhamento da rotina de treinamento são recomendados. Análises do estado de hidratação e do sono dos indivíduos também são válidas. É interessante ainda, avaliar com maior profundidade o caso de rabdomiólise, verificando o perfil bioquímico, nutricional e de composição corporal com os quais o militar ingressou no curso. Estas informações podem contribuir para que o perfil seja identificado no início de futuros programas de treinamento, permitindo a tomada de medidas necessárias para prevenir maiores impactos à saúde e atividade militar do indivíduo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, L. *et al*. Beneficial effects of quercetin on obesity and diabetes. **The Open Nutraceuticals Journal**, v. 4, n. 1, p. 189-198, 2011.

AINSWORTH, B. E. *et al*. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 9, SUPP/1, p. S498-S504, 2000.

ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological reviews**, v. 88, n. 1, p. 287-332, 2008.

American College of Sports Medicine – ACSM. Position of American Dietitic Association, Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine: nutritrion and athletic performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**. v. 116, p.501-528, 2016.

ALPERS, J. P.; JONES JR, L. K. Natural history of exertional rhabdomyolysis: a population-based analysis. **Muscle & Nerve**, v. 42, n. 4, p. 487-491, 2010.

ANDRES, S. *et al*. Safety aspects of the use of quercetin as a dietary supplement. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 62, n. 1, p. 1700447, 2018.

ANYZEWSKA, A. *et al*. Association between diet, physical activity and body mass index, fat mass index and bone mineral density of soldiers of the Polish Air Cavalry Units. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 242, 2020.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 15 ed. Washington, Association of Official Analytical Chemist, 1990, p.1105-1106.

ARAUJO, N. C. *et al*. Immune and hormonal response to high-intensity exercise during orienteering. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 12, p. 768-773, 2019.

ARMSTRONG, L. E. *et al*. Nutritional, physiological, and perceptual responses during a summer ultraendurance cycling event. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 307-318, 2012.

ARTS, I. C. W. *et al*. The type of sugar moiety is a major determinant of the small intestinal uptake and subsequent biliary excretion of dietary quercetin glycosides. **British Journal of Nutrition**, v. 91, n. 6, p. 841-847, 2004.

ASKARI, G. *et al*. [a] The effects of quercetin supplementation on body composition, exercise performance and muscle damage indices in athletes. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 4, n. 1, p. 21, 2013.

ASKARI, G. *et al*. [b] Quercetin and vitamin C supplementation: effects on lipid profile and muscle damage in male athletes. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 4, n. Suppl 1, p. S58, 2013.

ASTBURY, N. M. *et al*. Dose-response effect of a whey protein preload on within-day energy intake in lean subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 104, n. 12, p. 1858-1867, 2010.

ATHERTON, P. J.; PHILLIPS, B. E.; WILKINSON, D. J. Exercise and regulation of protein metabolism. In: **Progress in molecular biology and translational science**. Academic Press, 2015. p. 75-98.

ÁVILA, J. A. *et al*. [a] Effect of 13 weeks of military exercise training on the body composition and physical performance of espcex students. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 5, p. 363-366, 2013.

AVILA, J. A. *et al*. [b] Secular trends of height, weight and BMI in young adult Brazilian military students in the 20th century. **Annals of Human Biology**, v. 40, n. 6, p. 554-556, 2013.

BAGCHI, D.; NAIR, S.; SEM, C. H. **Nutrition and enhanced sports performance: muscle building, endurance and strength**. New York: Academic; 2013.

BARRACK, M. T. *et al*. Physiologic and behavioral indicators of energy deficiency in female adolescent runners with elevated bone turnover. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 92, n. 3, p. 652-659, 2010.

BARTLETT, C. G.; STANKORB, S. Physical performance and attrition among US Air Force trainees participating in the basic military training fueling initiative. **Military Medicine**, v. 182, n. 1-2, p. 1603-1609, 2017.

BARTLETT, J. D.; HAWLEY, J. A.; MORTON, J. P. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: too much of a good thing? **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 1, p. 3-12, 2015.

BAZZUCCHI, I. *et al*. Quercetin supplementation improves neuromuscular function recovery from muscle damage. **Nutrients**, v. 12, n. 9, p. 2850, 2020.

BAZZUCCHI, I. *et al*. The effects of quercetin supplementation on eccentric exercise-induced muscle damage. **Nutrients**, v. 11, n. 1, p. 205, 2019.

BELVIRANLI, M.; OKUDAN, N. Well-known antioxidants and newcomers in sport nutrition: coenzyme Q10, quercetin, resveratrol, pterostilbene, pycnogenol and astaxanthin. 2015.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BERGER, M. M. Can oxidative damage be treated nutritionally? **Clinical Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 172-183, 2005.

BERRY, D. B. *et al*. Lumbar spine postures in Marines during simulated operational positions. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 35, n. 10, p. 2145-2153, 2017.

BESSA, A. L. *et al*. Exercise intensity and recovery: biomarkers of injury, inflammation, and oxidative stress. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 311-319, 2016.

BI, X.; LOO, Y. T.; HENRY, C. J. Android fat as a determinant of metabolic syndrome: gender difference 2. **Population**, v. 47, p. 48, 2018.

BIGELMAN, K. A. *et al*. Effects of six weeks of quercetin supplementation on physical performance in ROTC cadets. **Military Medicine**, v. 175, n. 10, p. 791-798, 2010.

BIHUNIAK, J. D.; INSOGNA, K. L. The effects of dietary protein and amino acids on skeletal metabolism. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 410, p. 78-86, 2015.

BINGHAM, C. M. L. *et al*. Food choices and health during military service: increasesin sugar- andfibre-containing food sandchanges in anthropometric and clinical risk factors. **Public Health Nutrition**, v. 15, n. 7, p. 1248-1255, 2011.

BISHOP, D. J*. et al*. High-intensity exercise and mitochondrial biogenesis: current controversies and future research directions. **Physiology**, v. 34, n. 1, p. 56-70, 2019.

BLACKER, S. D. *et al*. Health, fitness, and responses to military training of officer cadets in a Gulf Cooperation Council country. **Military Medicine**, v. 176, n. 12, p. 1376-1381, 2011.

BLIGH, E. Graham; DYER, W. Justin. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOOTS, A. W.; HAENEN, G. R. M. M.; BAST, A. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. **European Journal of Pharmacology**, v. 585, n. 2-3, p. 325-337, 2008.

BRAAKHUIS, A. J.; HOPKINS, W. G. Impact of dietary antioxidants on sport performance: a review. **Sports Medicine**, v. 45, n. 7, p. 939-955, 2015.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. ANVISA. Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, 10 de janeiro de 2001. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em 13 mai 2019.

BRASIL. Exército Brasileiro. **O treinamento físico militar da força terrestre**. Ministério da Defesa, Brasil. 2011. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/web/ingresso/servico-militar?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fweb%2Fingresso%2Fservico-militar%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252Fweb%252Fingresso%252Fservico-militar%26_3_keywords%3Dtreinamento%26_3_groupId%3D0&_101_assetEntryId=397814&_101_type=content&_101_groupId=16541&_101_urlTitle=o-treinamento-fis ico-militar-da-forca-terrestre&_101_redirect=http%3A%2F%2Fwww.eb.mil.br%2Fweb%2Fingresso%2Fservico-militar%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_redirect%3D%252Fweb%252Fingresso%252Fservicomilitar%253Fp_p_id%253D3%2526p_p_lifecycle%253D0%2526p_p_state%253Dmaximized%2526p_p_mode%253Dview%2526_3_struts_action%253D%25252Fsearch%25252Fsearch%2526_3_redirect%253D%25252Fweb%25252Fingresso%25252Fservicomilitar%2526_3_keywords%253Dtreinamento%2526_3_groupId%253D0%26_3_keywords%3Dtreinamento%2Bf%25C3%25ADsico%2Bmilitar%26_3_groupId%3D0%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch&inheritRedirect=true>. Acesso em 20 dez 2019.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Carreira militar**. Ministério da Defesa, Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/carreira-militar>. Acesso em 20 dez 2019.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Curso Especial de Comandos Anfíbios 2019 realiza exercício em Ladário**. Ministério da Defesa, Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/curso-especial-de-comandos-anfibios-2019-realiza-exercicio-em-ladario>. Acesso em 20 dez 2019.

BREEZE, E. *et al*. Cause-specific mortality in old age in relation to body mass index in middle age and in old age: follow-up of the Whitehall cohort of male civil servants. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 1, p. 169-178, 2006.

BRENNAN, I. M. *et al*. Effects of fat, protein, and carbohydrate and protein load on appetite, plasma cholecystokinin, peptide YY, and ghrelin, and energy intake in lean and obese men. **American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 303, n. 1, p. 129-140, 2012.

BRITTON, K. A. *et al*. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 62, n. 10, p. 921-925, 2013.

BUCHHEIT, M. *et al*. Adding heat to the live-high train-low altitude model: a practical insight from professional football. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. Suppl 1, p. i59-i69, 2013.

BURKE, L. M. Dietary assessment methods for the athlete: Pros and cons of different methods. **Sports Science Exchange**, v. 28, n. 150, p. 1-6, 2015.

CALDWELL, J. N., L. *et al*. The interaction of body armor, low-intensity exercise, and hot-humid conditions on physiological strain and cognitive function. **Military Medicine**. v. 176, n. 5, p488-493, 2011.

CALIXTO-LIMA, L.; REIS, N. T. **Interpretação de exames laboratoriais aplicados à nutrição clínica**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2012.

CÁRDENAS, D. *et al*. Better brain connectivity is associated with higher total fat mass and lower visceral adipose tissue in military pilots. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2020.

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

CASSLER, N. M. *et al*. Patterns and perceptions of supplement use by US Marines deployed to Afghanistan. **Military medicine**, v. 178, n. 6, p. 659-664, 2013.

CASUSO, R. A. *et al*. Oral quercetin supplementation hampers skeletal muscle adaptations in response to exercise training. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 24, n. 6, p. 920-927, 2014.

CAVALCANTE, R. B. M. *et al*. Effect of thermal processing on total polyphenol content in the grain of cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 806-810, 2017.

CERVELLIN, G.; COMELLI, I.; LIPPI, G. Rhabdomyolysis: historical background, clinical, diagnostic and therapeutic features. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 48, n. 6, p. 749-756, 2010.

CHEN, X. *et al*. Anti-fatigue effect of quercetin on enhancing muscle function and antioxidant capacity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 11, p. 13968, 2021.

CLOSE, G. L. *et al*. The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 142, n. 3, p. 257-266, 2005.

COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. **Journal of the American Medical Association**, v. 203, n. 3, p. 135-138, 1968.

CORREA-DE-ARAUJO, R. *et al*. The need for standardized assessment of muscle quality in skeletal muscle function deficit and other aging-related muscle dysfunctions: a symposium report. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 87, 2017.

COSTA, N. M. B. Minerais. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Editora UFV, 2008. cap. 9.

COSTA, N. M. B.; COSTA, A. G. V. Carboidratos. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Editora UFV, 2008. cap. 3.

CROMBIE, A. P. *et al*. Weight and body-composition change during the college freshman year in male general-population students and army Reserve Officer Training Corps (ROTC) cadets. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 6, p. 412-421, 2012.

CURETON, K. J. *et al*. Dietary quercetin supplementation is not ergogenic in untrained men. **Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 4, p. 1095-1104, 2009.

DARVISHI, L. *et al*. Quercetin supplementation does not attenuate exercise performance and body composition in young female swimmers. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 4, n. Suppl 1, p. S43, 2013.

DAVIDSON, P. L. *et al*. Lower limb injuries in New Zealand Defence Force personnel: descriptive epidemiology. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 32, n. 2, p. 167-173, 2008.

DAVIS, J. M. *et al*. [a] Quercetin increases brain and muscle mitochondrial biogenesis and exercise tolerance. **American Journal of Physiology**, v. 296, n. 4, p. 1071-1077, 2009.

DAVIS, J. M. *et al*. [b] The dietary flavonoid quercetin increases VO_2 max and endurance capacity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 1, p. 56-62, 2009.

DAVIS, J. M.; MURPHY, E. A.; CARMICHAEL, M. D. Effects of the dietary flavonoid quercetin upon performance and health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 8, n. 4, p. 206–213, 2009.

DELGADO, L. A. **Avaliação cardiorrespiratória**. Avaliação da aptidão física. Projeto de elaboração de sistema de informações. UFM, São Luís, 2004.

DENG, Y.; SCHERER, P. E. Adipokines as novel biomarkers and regulators of the metabolic syndrome. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1212, n. 1, p. 1-19, 2010.

DEPARTMENTS OF THE ARMY, NAVY, AND AIR FORCE. Medical Services. **Nutrition standards and education**. Washington, DC, 2001.

DESPRÉS, JP.; LEMIEUX, I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. **Nature**, v. 444, n. 7121, p. 881-887, 2006.

DURANTI, G. *et al*. Chronic consumption of quercetin reduces erythrocytes oxidative damage: Evaluation at resting and after eccentric exercise in humans. **Nutrition Research**, v. 50, p. 73-81, 2018.

EGERT, S. *et al*. Enriched cereal bars are more effective in increasing plasma quercetin compared with quercetin from powder-filled hard capsules. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 4, p. 539-546, 2012.

ELSAYED, E. F.; REILLY, R. F. Rhabdomyolysis: a review, with emphasis on the pediatric population. **Pediatric Nephrology**, v. 25, n. 1, p. 7-18, 2010.

EPSTEIN, Y. *et al*. Physiological and medical aspects that put women soldiers at increased risk for overuse injuries. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, p. S107-S110, 2015.

ESEBERRI, I. *et al*. Effects of physiological doses of resveratrol and quercetin on glucose metabolism in primary myotubes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 3, p. 1384, 2021.

FALLOWFIELD, J. L. *et al*. Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan. **British Journal of Nutrition**, v. 112, n. 5, p. 821-829, 2014.

FALUDI, A. A. *et al*. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia – Revista da Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2017, 92p.

FAO/WHO/UNU. **Human energy requirements**. FAO Food and Nutrition Technical Report Series no. 1. Rome: Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 2004.

FINAUD, J.; LAC, G.; FILAIRE, E. Oxidative Stress: relationship with exercise and training. **Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 327-358, 2006.

FINSTERER, J.; MAHJOUB, S. Z. Fatigue in healthy and diseased individuals. **American Journal of Hospice and Palliative Medicine**, v. 31, n. 5, p. 562-575, 2014.

FLEGAL, K. M. *et al*. Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. **Journal of the American Medical Association**, v. 298, n. 17, p. 2028-2037, 2007.

FOX, C. S. *et al*. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. **Circulation**, v. 116, n. 1, p. 39-48, 2007.

GAO, C. *et al*. Intensive running enhances NF-κB activity in the mice liver and the intervention effects of quercetin. **Nutrients**, v. 12, n. 9, p. 2770, 2020.

GARBER, C. E. *et al*. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GASIER, H. G. *et al*. Comparison of body composition assessed by dual-energy X-ray absorptiometry and BMI in current and former US navy service members. **Plos One**, v. 10, n. 7, p. 0132157, 2015.

GIBSON, R. S. **Principles of nutritional assessment**. Oxford university press, USA, 2005.

GLEESON, M. Immunological aspects of sport nutrition. **Immunology and Cell Biology**, v. 94, n. 2, p. 117-123, 2016.

GOLBERT, A. *et al*. SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019 – 2020**. Sociedade Brasileira de Diabetes, Ed. Clannad, 2019, 491p.

GOMES, M. Z.; PINFILDI, C. E. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: an observational study. **Military Medical Research**, v. 5, n. 1, p. 23, 2018.

GRAVINA, L. *et al*. Influence of nutrient intake on antioxidant capacity, muscle damage and white blood cell count in female soccer players. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2012.

GREGG, E. W. *et al*. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in US adults. **Journal of the American Medical Association**, v. 293, n. 15, p. 1868-1874, 2005.

GUO, Y. *et al*. Dietary fat increases quercetin bioavailability in overweight adults. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 57, n. 5, p. 896-905, 2013.

HAMMOUDA, O. *et al*. Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 3, n. 4, p. 239, 2012.

HANSEN, M. *et al.* Effect of whey protein hydrolysate on performance and recovery of top-class orienteering runners. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 2, p. 97-109, 2015.

HAWLEY, J. A. *et al*. Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 3, p. 834-845, 2011.

HECTOR, A. J.; PHILLIPS, S. M. Protein recommendations for weight loss in elite athletes: A focus on body composition and performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 170-177, 2018.

HELMS, E. R. *et al*. A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. **International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism**, v. 24, n. 2, p. 27-38, 2014.

HENNING, P. C.; PARK, B.; KIM, J. Physiological decrements during sustained military operational stress. **Military Medicine**, v. 176, n. 9, p. 991-997, 2011.

HIND, K. *et al*. Interpretation of dual-energy X-ray Absorptiometry-Derived body composition change in athletes: a review and recommendations for best practice. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 21, n. 3, p. 429-443, 2018.

HIRSCH, E. S.; KRAMER, F. M.; MEISELMAN, H. L. Effects of food attributes and feeding environment on acceptance, consumption and body weight: lessons learned in a twenty-year program of military ration research: US Army Research (Part 2). **Appetite**, v. 44, n. 1, p. 33-45, 2005.

HOFFMAN, J. R. *et al.* β-Alanine supplementation and military performance. **Amino Acids**, v. 47, n. 12, p. 2463-2474, 2015.

HONDA, S. *et al*. Rhabdomyolysis after high intensity resistance training. **Internal Medicine**, v. 56, n. 10, p. 1175-1178, 2017.

HUA, W. *et al*. The incidence of military training-related injuries in Chinese new recruits: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, v. 164, n. 4, p. 309-313, 2017.

HUANG, W. *et al*. The beneficial effects of Lactobacillus plantarum PS128 on high-intensity, exercise-induced oxidative stress, inflammation, and performance in triathletes. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 353, 2019.

IAL. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1ª versão eletrônica. ZENEBON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

IHLE, R.; LOUCKS, A. B. Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 19, p. 1231–1240, 2004.

JACKSON, T. K. *et al*. The importance of leadership in soldiers' nutritional behaviors: results from the soldier fueling initiative program evaluation. **U.S. Army Medical Department Journal**, v. 2013, n. oct-dec, p. 79-90, 2013.

JAGER, R. *et al*. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2017.

JONES, B. H.; HAUSCHILD, V. D.; CANHAM-CHERVAK, M. Musculoskeletal training injury prevention in the US Army: evolution of the science and the public health approach. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1139-1146, 2018.

JONES, D. P. Radical-free biology of oxidative stress. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 295, n. 4, p. C849-C868, 2008.

KAESS, B. M. *et al*. The ratio of visceral to subcutaneous fat, a metric of body fat distribution, is a unique correlate of cardiometabolic risk. **Diabetologia**, v. 55, n. 10, p. 2622-2630, 2012.

KANG, S. M. *et al*. Android fat depot is more closely associated with metabolic syndrome than abdominal visceral fat in elderly people. **PloS one**, v. 6, n. 11, p. 27694, 2011.

KAYACAN, Y. *et al*. [a] A new oxidative stress indicator: Effect of 5-hydroxytryptophan on thiol-disulfide homeostasis in exercise. **Nutrition**, v. 63, p. 114-119, 2019.

KAYACAN, Y. *et al*. [b] Oxidative stress response to different exercise intensity with an automated assay: thiol/disulphide homeostasis. **Archives of Physiology and Biochemistry**, p. 1-5, 2019.

KENT-BRAUN, J. A.; FITTS, R. H.; CHRISTIE, A. Skeletal muscle fatigue. **Comprehensive Physiology**, v. 2, p. 997–1044, 2012.

KERAMIDAS, M. E. *et al*. Physiological and psychological determinants of whole-body endurance exercise following short-term sustained operations with partial sleep deprivation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 7, p. 1373-1384, 2018.

KERKSICK, C. M. *et al*. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, p. 1-21, 2017.

KHAN, F. Y. Rhabdomyolysis: a review of the literature. **The Netherlands Journal of Medicine**, v. 67, n. 9, p. 272-83, 2009.

KIM, D.-O.; JEONG, S.W.; LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v. 81, n.3, p. 321-326, 2003.

KNAB, A. M. *et al*. Quercetin with vitamin C and niacin does not affect body mass or composition. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 3, p. 331-338, 2011.

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.

KNAPIK, J. J. *et al*. Prevalence, adverse events, and factors associated with dietary supplement and nutritional supplement use by US Navy and Marine Corps personnel. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 9, p. 1423-1442, 2016.

KNAPIK, J. J. *et al*. United States Army physical readiness training: rationale and evaluation of the physical training doctrine. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1353-1362, 2009.

KNAPIK, J. J.; SHARP, M. A.; MONTAIN, S. J. Association between stress fracture incidence and predicted body fat in United States Army Basic Combat Training recruits. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2018.

KRAEMER, W. J. *et al*. Effects of concurrent resistance and aerobic training on load-bearing performance and the Army physical fitness test. **Military Medicine**, v. 169, n. 12, p. 994-999, 2004.

KRATZ, A. *et al*. Laboratory reference values. **The New England Journal of Medicine**, v. 351, p. 1548-1564, 2004.

KRESSLER, J.; MILLARD-STAFFORD, M.; WARREN, G. L. Quercetin and endurance exercise Capacity: a systematic review and meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 12, p. 396-404, 2011.

KSIAZEK, A.; ZAGRODNA, A.; SLOWINSKA-LISOWSKA, M. Assessment of the dietary intake of high-rank professional male football players during a preseason training week. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 22, p. 8567, 2020.

KURIYAN, R. Body composition techniques. **The Indian Journal of Medical Research**, v. 148, n. 5, p. 648, 2018.

KYRÖLÄINEN, H. *et al*. Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131-1138, 2018.

KYRÖLÄINEN, H., J. *et al*. Hormonal responses during a prolonged military field exercise with variable exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, p. 539–546, 2008.

LANGER, R. D. *et al*. Accuracy of bioelectrical impedance analysis in estimated longitudinal fat-free mass changes in male army cadets. **Military Medicine**, v. 183, n. 7-8, p. 324-331, 2018.

LANHAM-NEW, S. *et al*. **Sport and exercise nutrition**. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2011.

LARSON-MEYER, D. E.; WOOLF, K.; BURKE, L. Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 139-158, 2017.

LEE, D. H.; GIOVANNUCCI, E. L. Body composition and mortality in the general population: a review of epidemiologic studies. **Experimental Biology and Medicine,** v. 243, n. 17-18, p. 1275-1285, 2018.

LEE, E. C. *et al*. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2920, 2017.

LEE, J. *et al*. Onion peel extract reduces the percentage of body fat in overweight and obese subjects: a 12-week, randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Nutrition Research and Practice**, v. 10, n. 2, p. 175-181, 2016.

LESTER, M. E. *et al*. Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition. **Military medicine**, v. 175, n. 6, p. 417-423, 2010.

LI, Y. *et al*. Quercetin, inflammation and immunity. **Nutrients**, v. 8, n. 3, p. 167, 2016.

LIEBERMAN, H. R. *et al*. Severe decrements in cognition function and mood induced by sleep loss, heat, dehydration, and undernutrition during simulated combat. **Biological Psychiatry**, v. 57, n. 4, p. 422-429, 2005.

LIEBERMAN, H. R.; CASTELLANI, J. W.; YOUNG, A. J. Cognitive function and mood during acute cold stress after extended military training and recovery. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 80, n. 7, p. 629-636, 2009.

LIN, J. *et al*. In vitro bioaccessibility and bioavailability of quercetin from the quercetin-fortified bread products with reduced glycemic potential. **Food Chemistry**, v. 286, p. 629-635, 2019.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardisation reference manual.** Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.

LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign: Human Kinetics, p. 1-23, 1992.

LOUCKS, A. B.; KIENS, B.; WRIGHT, H. H. Energy availability in athletes. In: **Food, Nutrition and Sports Performance III**. Routledge, 2013. p. 15-24.

MACLAREN, D, MORTON, J. P. **Biochemistry for sport and exercise metabolism**. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

MAGKOS, F.; YANNAKOULIA, M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 6, n. 5, p. 539-549, 2003.

MAILLARD, F.; PEREIRA, B.; BOISSEAU, N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 2, p. 269-288, 2018.

MALKAWI, A. M. *et al*. Dietary, physical activity, and weight management interventions among active-duty military personnel: a systematic review. **Military Medical Research**, v. 5, n. 1, p. 43, 2018.

MANACH, C. *et al*. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MANACH, C.; MAZUR, A.; SCALBERT, A. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. **Current Opinion in Lipidology**, v. 16, n. 1, p. 77-84, 2005.

MARGOLIS, L. M. *et al*. [a] Effects of winter military training on energy balance, whole-body protein balance, muscle damage, soreness, and physical performance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 12, p. 1395-1401, 2014.

MARGOLIS, L. M. *et al*. [b] Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training. **Nutrients**, v. 6, n. 5, p. 1945-1955, 2014.

MARTIN-RINCON, M. *et al*. Supplementation with a mango leaf extract (Zynamite®) in combination with quercetin attenuates muscle damage and pain and accelerates recovery after strenuous damaging exercise. **Nutrients**, v. 12, n. 3, p. 614, 2020.

MARTORELL, M. *et al*. Docosahexaenoic acid supplementation promotes erythrocyte antioxidant defense and reduces protein nitrosative damage in male athletes. **Lipids**, v. 50, n. 2, p. 131-148, 2015.

MATSUZAWA, Y. The role of fat topology in the risk of disease. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 7, p. 83-92, 2008.

MATSUZAWA, Y. The role of fat topology in the risk of disease. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 7, p. 83-92, 2008.

McADAM, J. *et al*. [a] Estimation of energy balance and training volume during Army initial entry training**. Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2018.

McADAM, J. S. *et al*. [b] Effect of whey protein supplementation on physical performance and body composition in army initial entry training soldiers. **Nutrients**, v. 10, n. 9, p. 1248, 2018.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Nutrição para o esporte e o exercício**. 3ª ed. Ed. Guanabara Koogan. 2014.

McCLUNG, J. P.; GAFFNEY-STOMBERG, E. Optimizing performance, health, and well-being: nutritional factors. **Military Medicine**, v. 181, n. 1, p. 86-91, 2016.

MEADE, R. D. *et al*. Oxidative stress does not influence local sweat rate during high-intensity exercise. **Experimental Physiology**, v. 103, n. 2, p. 172-178, 2018.

MELISCKI, G. *et al*. Bone mineral density, lipid profile and body composition: a comparison of swimmers, runners and controls. **International Journal of Physical Education, Sports and Health**, v. 4, n. 1, p. 161-164, 2017.

MENEZES, R. *et al*. Impact of flavonols on cardiometabolic biomarkers: a meta-analysis of randomized controlled human trials to explore the role of inter-individual variability. **Nutrients**, v. 9, n. 2, p. 117, 2017.

MERRY, T. L.; RISTOW, M. Do antioxidant supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training? **The Journal of Physiology**, v. 594, n. 18, p. 5135-5147, 2016.

MESQUITA, C. S. *et al*. Simplified 2, 4-dinitrophenylhydrazine spectrophotometric assay for quantification of carbonyls in oxidized proteins. **Analytical Biochemistry**, v. 458, p. 69-71, 2014.

MEYER, N. L. *et al.* Body composition for health and performance: a survey of the Ad Hoc Research Working Group on body composition, health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. **British Journal of Sports Medicine**, 2013.

MIN, KYOUNG-BOK; MIN, JIN-YOUNG. Android and gynoid fat percentages and serum lipid levels in United States adults. **Clinical Endocrinology**, v. 82, n. 3, p. 377-387, 2015.

MITROU, G. I. *et al*. Functional responses of uremic single skeletal muscle fibers to redox imbalances. **Hippokratia**, v. 21, n. 1, p. 3, 2017.

MOLLOY, J. M. Factors influencing running-related musculoskeletal injury risk among US military recruits. **Military Medicine**, v. 181, n. 6, p. 512-523, 2016.

MONAGAS, M. *et al*. Dihydroxylated phenolic acids derived from microbial metabolism reduce lipopolysaccharide-stimulated cytokine secretion by human peripheral blood mononuclear cells. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n. 2, p. 201-206, 2009.

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 10, p. 674-678, 2007.

MUROTA, K.; NAKAMURA, Y.; UEHARA, M. Flavonoid metabolism: The interaction of metabolites and gut microbiota. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 82, n. 4, p. 600-610, 2018.

MURPHY, N. E. *et al*. Threshold of energy deficit and lower-body performance declines in military personnel: a meta-regression. **Sports Medicine**, v. 48, n. 9, p. 2169-2178, 2018.

NADERI, A. *et al*. Co-ingestion of nutritional ergogenic aids and high-intensity exercise performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1407-1418, 2016.

NÉDÉLEC, M. *et al*. Stress, sleep and recovery in elite soccer: a critical review of the literature**. Sports Medicine**, v. 45, n. 10, p. 1387-1400, 2015.

NEMES, R. *et al*. Reactive oxygen and nitrogen species regulate key metabolic, anabolic, and catabolic pathways in skeletal muscle. **Antioxidants**, v. 7, n. 7, p. 85, 2018.

NICKOLS-RICHARDSON, S. M.; BEISEIGEL, J. M.; GWAZDAUSKAS, F. C. Eating restraint is negatively associated with biomarkers of bone turnover but not measurements of bone mineral density in young women. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 7, p. 1095-1101, 2006.

NIEMAN, D. C. *et al*. A–Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance: part 15. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 16, p. 1202-1205, 2010.

NIKOLAIDIS, M. G. *et al*. Redox biology of exercise: an integrative and comparative consideration of some overlooked issues. **Journal of Experimental Biology**, v. 215, n. 10, p. 1615-1625, 2012.

NINDL, B. C. *et al.* Perspectives on resilience for military readiness and preparedness: Report of an international military physiology roundtable. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1116-1124, 2018.

NINDL, B. C. *et al*. Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 11, p. 2655-2672, 2013.

NINDL, B. C. **Strategies for enhancing military physical readiness in the 21st century**. Army War Coll Carlisle Barracks PA, 2012.

NISHIMURA, M. *et al*. Effect of daily ingestion of quercetin-rich onion powder for 12 weeks on visceral fat: A randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 91, 2020.

NOAKES, T. D. Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. **Frontiers in Physiology**, v. 3, p. 82, 2012.

NOGUEIRA, E. C. *et al*. Body composition is strongly associated with cardiorespiratory fitness in a large Brazilian military firefighter cohort: the Brazilian firefighters study. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 33-38, 2016.

NOGUEIRA, L. *et al*. (-)-Epicatechin enhances fatigue resistance and oxidative capacity in mouse muscle. **The Journal of Physiology**, v. 589, n. 18, p. 4615-4631, 2011.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION (2010). **Nutrition Science and Food Standards for Military Operations**. (TR-HFM-154). Neuilly-sur-Seine Cedex: North Atlantic Treaty Organization.

O'FALLON, K. S. *et al*. Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 6, p. 430-437, 2012.

OJANEN, T.; JALANKO, P.; KYROLAINEN, H. Physical fitness, hormonal, and immunological responses during prolonged military field training. **Physiological Reports**, v. 6, n. 17, p. 13850, 2018.

OKOSUN, I. S.; SEALE, J. P.; LYN, R. Commingling effect of gynoid and android fat patterns on cardiometabolic dysregulation in normal weight American adults. **Nutrition & Diabetes**, v. 5, n. 5, p. 155-155, 2015.

OLTHOF, M. R. *et al*. Bioavailabilities of quercetin-3-glucoside and quercetin-4′-glucoside do not differ in humans. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 5, p. 1200-1203, 2000.

OMI, N. *et al*. Effects of enzymatically modified isoquercitrin in supplementary protein powder on athlete body composition: a randomized, placebo-controlled, double-blind trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 39, p. 1-10, 2019.

OTTEN, J. J.; HELLWING, J. P.; MEYERS, L. D. Dietary Reference Intakes: the essential guide to nutrient requirements**. Institute of Medicine of the National Academies**, Washington, 2006, 560p.

PAPADOPOULOU, S. K. *et al*. Body composition and dietary intake of elite cross-country skiers members of the greek national team. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 3, n. 4, p. 257-266, 2012.

PARKER, L.; MCGUCKIN, T. A.; LEICHT, A. S. Influence of exercise intensity on systemic oxidative stress and antioxidant capacity. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 34, n. 5, p. 377-383, 2014.

PATRIZIO, F. *et al*. The acute effect of Quercetin on muscle performance following a single resistance training session. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 5, p. 1021-1031, 2018.

PELHAM, T. W. *et al*. The etiology of low back pain in military helicopter aviators: prevention and treatment. **Work**, v. 24, n. 2, p. 101-110, 2005.

PELUZIO; M. C. G; OLIVEIRA, V. P. Vitaminas. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Editora UFV, 2008. cap. 8.

PENG, J. *et al*. Quercetin improves glucose and lipid metabolism of diabetic rats: involvement of Akt signaling and SIRT1. **Journal of Diabetes Research**, v. 2017, 2017.

PENG, L. *et al*. Effect of tartary buckwheat, rutin, and quercetin on lipid metabolism in rats during high dietary fat intake. **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 1, p. 199-213, 2020.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. 4ª ed. Barueri: Editora Manole, 2019.

PHILLIPS, S. M. *et al*. Commonly consumed protein foods contribute to nutrient intake, diet quality, and nutrient adequacy. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, n. 6, p. 1346S-1352S, 2015.

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

PIHLAJAMAKI, H. *et al*. Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, p. 126, 2019.

PINGITORE, A. *et al.* Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. **Nutrition**, v. 31, n. 7-8, p. 916-922, 2015.

PINHEIRO, A. V. *et al*. **Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 131 p.

PONS, V. *et al*. Calorie restriction regime enhances physical performance of trained athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 12, 2018.

POPPER, R*. et al*. Eating in combat: a survey of US Marines. **Military Medicine**, v. 154, n. 12, p. 619-623, 1989.

POSTON, W. S. C. *et al*. Is High Intensity Functional Training (HIFT)/CrossFit® safe for military fitness training? **Military Medicine**., v. 181, n. 7, p. 627-637, 2016.

POWERS, S. K. *et al*. Reactive oxygen species: impact on skeletal muscle. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 2, p. 941-969, 2011.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1243-1276, 2008.

POWERS, S. K.; NELSON, W. B.; HUDSON, M. B. Exercise-induced oxidative stress in humans: cause and consequences. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 51, n. 5, p. 942-950, 2011.

POWERS, S. K.; RADAK, Z.; JI, L. L. Exercise-induced oxidative stress: past, present and future. **The Journal of Physiology**, v. 594, n. 18, p. 5081-5092, 2016.

PRASERTSRI, P. *et al*. Cashew apple juice supplementation enhances leukocyte count by reducing oxidative stress after high-intensity exercise in trained and untrained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, p. 31, 2019.

RACINOWSKI, M. *et al*. Quercetin as a supplement improving endurance exercise capacity–review. **Science & Sports**, v. 37, p. 2-9, 2022.

RADAK, Z. *et al*. Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 18, n. 10, p. 1208-1246, 2013.

RAMSEY, C. B.; HOSTETLER, C.; ANDREWS, A. Evaluating the nutrition intake of US military service members in garrison. **Military Medicine**, v. 178, n. 12, p. 1285-1290, 2013.

RE, R.; PELLEGRINI, N. *et al*. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RICE-EVANS, C. A. Measurement of total antioxidant activity as a marker of antioxidant status in vivo: procedures and limitations. **Free Radical Research**, v. 33, p. 59-66, 2000.

RICHMOND, V. L. *et al*. Energy balance and physical demands during an 8-week arduous military training course. **Military Medicine**, v. 179, n. 4, p. 421-427, 2014.

RIVERA, L. *et al*. Quercetin ameliorates metabolic syndrome and improves the inflammatory status in obese Zucker rats. **Obesity**, v. 16, n. 9, p. 2081-2087, 2008.

RODRIGUEZ, N. R.; DI, NM. M.; LANGLEY, S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 709-731, 2009.

RODRÍGUEZ-SOTO, A. E. *et al*. Effect of load carriage on lumbar spine kinematics. **Spine**, v. 38, n. 13, p. E783-E791, 2013.

ROY, T. C.; LOPEZ, H. P.; PIVA, S. R. Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to Afghanistan. **Spine**, v. 38, n. 15, p. 1310-1317, 2013.

ROYER, S. D. *et al*. Physical, Physiological, and Dietary Comparisons Between Marine Corps Forces Special Operations Command Critical Skills Operators and Enablers. **Military Medicine**, v. 183, n. 11-12, p. e341-e347, 2018.

RUFINO, M. D. S. M. *et al*. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

RUFINO, M. S. M. *et al*. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS+. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico**, 2007.

RYU, J. H.; PROVENCHER, CDR. M. T. Special considerations for ACL graft selection in the young, active military patient. **The Journal of Knee Surgery**, v. 24, n. 02, p. 073-082, 2011.

SAHEBKAR, A. Effects of quercetin supplementation on lipid profile: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 4, p. 666-676, 2017.

SANFILIPPO, J. *et al*. Dual-energy x-ray absorptiometry body composition in NCAA division I athletes: exploration of mass distribution. **Sports Health**, v. 11, n. 5, p. 453-460, 2019.

SANTOS, M. R.; MIRA, L. Protection by flavonoids against the peroxynitrite-mediated oxidation of dihydrorhodamine. **Free Radical Research**, v. 38, n. 9, p. 1011-1018, 2004.

SANTTILA, M. *et al*. Optimal physical training during military basic training period. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, p. S154-S157, 2015.

SAWKA, M. N. *et al*. Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 4, p. 1883-1928, 2011.

SCHÜLTKE, E. *et al*. Quercetin promotes functional recovery following acute spinal cord injury. **Journal of Neurotrauma**, v. 20, n. 6, p. 583-591, 2003.

SEIVA, F. R. F. *et al*. Quercetin ameliorates glucose and lipid metabolism and improves antioxidant status in postnatally monosodium glutamate-induced metabolic alterations. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 10, p. 3556-3561, 2012.

SELL, T. C. *et al*. Warrior model for human performance and injury prevention: Eagle Tactical Athlete Program (ETAP) Part I. **Journal of Special Operations Medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals**, v. 10, n. 4, p. 2-21, 2010.

SGRO, P. *et al*. Quercetin modulates IGF-I and IGF-II levels after eccentric exercise-induced muscle-damage: a placebo-controlled study. **Frontiers in Endocrinology**, v. 12, p. 1412, 2021.

SHARMA, J. *et al*. Musculoskeletal injuries in British Army recruits: a prospective study of diagnosis-specific incidence and rehabilitation times. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 16, n. 1, p. 106, 2015.

SHIM, JS.; OH, K.; KIM, H. C. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. **Epidemiology and Health**, v. 36, 2014.

SIES, H.; CADENAS, E. Oxidative stress: damage to intact cells and organs. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences**, v. 311, n. 1152, p. 617-631, 1985.

SIMIONI, C. *et al*. Oxidative stress: role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. **Oncotarget**, v. 9, n. 24, p. 17181, 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SMITH, C. D. *et al*. Sleep restriction and cognitive load affect performance on a simulated marksmanship task. **Journal of sleep research**, v. 28, n. 3, p. e12637, 2019.

STAIANO, A. E.; KATZMARZYK, P. T. Ethnic and sex differences in body fat and visceral and subcutaneous adiposity in children and adolescents. **International Journal of Obesity,** v. 36, n. 10, p. 1261-1269, 2012.

STELLINGWERFF, T.; COX, G. R. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 9, p. 998-1011, 2014.

SUNDGOT-BORGEN, J.; GARTHE, I. Elite athletes in aesthetic and olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. sup1, p. S101-S114, 2011.

SZYMANSKA, E. *et al*. Gender-dependent associations of metabolite profiles and body fat distribution in a healthy population with central obesity: towards metabolomics diagnostics. **Omics: a Journal of Integrative Biology**, v. 16, n. 12, p. 652-667, 2012.

TAANILA, H. *et al*. Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces**. BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 11, n. 1, p. 146, 2010.

TAANILA, H. *et al*. Musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a one-year follow-up study in the Finnish Defence Forces. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 10, n. 1, p. 89, 2009.

TAANILA, H. *et al*. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.

Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO) – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 4ª ed. Campinas: NEPA, UNICAMP, 2011.

TANG, Y. *et al*. 3, 4-Dihydroxyphenylacetic acid is a predominant biologically-active catabolite of quercetin glycosides. **Food Research International**, v. 89, part. 1, p. 716-723, 2016.

TANOFSKY-KRAFF, M. *et al*. Obesity and the US military family. **Obesity**, v. 21, n. 11, p. 2205-2220, 2013.

TANSKANEN, M. M. *et al*. Effects of easy-to-use protein-rich energy bar on energy balance, physical activity and performance during 8 days of sustained physical exertion. **Plos One**, v. 7, n. 10, p.47771, 2012.

TASSONE, E. C.; BAKER, B. A. Body weight and body composition changes during military training and deployment involving the use of combat rations: a systematic literature review. **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 6, p. 897-910, 2017.

TATSUMI, Y. *et al*. Risk for metabolic diseases in normal weight individuals with visceral fat accumulation: a cross-sectional study in Japan. **British Medical Journal Open**, v. 7, n. 1, p. 013831, 2017.

TEIXEIRA, J. *et al*. Dietary polyphenols and mitochondrial function: role in health and disease. **Current Medicinal Chemistry**, v. 26, n. 19, p. 3376-3406, 2019.

TERRA, R. *et al*. Effect of exercise on the immune system: response, adaptation and cell signaling. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 208-14, 2012.

THARION, W. J. *et al*. Energy requirements of military personnel. Appetite, v. 44, n. 1, p. 47-65, 2005.

THEOFILIDIS, G. *et al*. Monitoring exercise-induced muscle fatigue and adaptations: making sense of popular or emerging indices and biomarkers. **Sports**, v. 6, n. 4, p. 153, 2018.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 3, p. 501-528, 2016.

TORRES, P. A. *et al*. Rhabdomyolysis: pathogenesis, diagnosis, and treatment. **Ochsner Journal**, v. 15, n. 1, p. 58-69, 2015.

TRESSERRA-RIMBAU, A.; ARRANZ, S.; VALLVERDU-QUERALT, A. New insights into the benefits of polyphenols in chronic diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2017, 2017.

TREVISAN, G. *et al*. TRPA1 receptor stimulation by hydrogen peroxide is critical to trigger hyperalgesia and inflammation in a model of acute gout. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 72, p. 200-209, 2014.

TSAO, J. *et al*. Short-term oral quercetin supplementation improves post-exercise insulin sensitivity, antioxidant capacity and enhances subsequent cycling Time to Exhaustion in Healthy Adults: A Pilot Study. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 872, 2022.

USDA. United States Department of Agriculture. **National Nutrient Database for Standard Reference**. 2015. Disponível em < https://ndb.nal.usda.gov/>. Acesso em 13 mai 2019.

VAN DER WOUDE, H. *et al.* Identification of 14 quercetin phase II mono-and mixed conjugates and their formation by rat and human phase II in vitro model systems. **Chemical Research in Toxicology**, v. 17, n. 11, p. 1520-1530, 2004.

VEIGEL, J. D.; PLEACHER, M. D. Injury prevention in youth sports. **Current Sports Medicine Reports,** v. 7, n. 6, p. 348-352, 2008.

VITALE, K.; GETZIN, A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: review and recommendations. **Nutrients**, v. 11, n. 6, p. 1289, 2019.

VUJČIĆ, V. *et al*. Phytochemical and bioactive potential of in vivo and in vitro grown plants of Centaurea ragusina L.–detection of DNA/RNA active compounds in plant

extracts via thermal denaturation and circular dichroism. **Phytochemical Analysis**, v. 28, n. 6, p. 584-592, 2017.

WADLEY, G. D.; MCCONELL, G. K. Effect of nitric oxide synthase inhibition on mitochondrial biogenesis in rat skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 1, p. 314-320, 2007.

WANG, W. *et al*. The biological activities, chemical stability, metabolism and delivery systems of quercetin: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 21-38, 2016.

WANNAMETHEE, S. G. *et al*. Measures of adiposity in the identification of metabolic abnormalities in elderly men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 6, p. 1313-1321, 2005.

WATT, B. K.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Consumer and Food Economics Research Division, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1963.

WESTERTERP, K. R. Control of energy expenditure in humans. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 3, p. 340-344, 2016.

WIKLUND, P. *et al*. Abdominal and gynoid fat mass are associated with cardiovascular risk factors in men and women. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 93, n. 11, p. 4360-4366, 2008.

WILKINSON, D. M. *et al*. Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training. **Injury Prevention**, v. 17, n. 6, p. 381-387, 2011.

WILLIAMS, A. G.; RAYSON, M. P.; JONES, D. A. Training diagnosis for a load carriage test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 1, p. 30-34, 2004.

WILLIAMS, C.; ROLLO, I. Carbohydrate nutrition and team sport performance. **Sports Medicine**, v. 45, n. 1, p. 13-22, 2015.

WILLOUGHBY, D.; HEWLINGS, S.; KALMAN, D. Body composition changes in weight loss: strategies and supplementation for maintaining lean body mass, a brief review. **Nutrients**, v. 10, n. 12, p. 1876, 2018.

WILSON, Candy et al. Iron status of military personnel deployed to Afghanistan. **Military Medicine**, v. 176, n. 12, p. 1421-1425, 2011.

WOLFE, R. R. The underappreciated role of muscle in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 3, p. 475-482, 2006.

WRONSKA, A.; KMIEC, Z. Structural and biochemical characteristics of various white adipose tissue depots. **Acta Physiologica**, v. 205, n. 2, p. 194-208, 2012.

WU, C. *et al*. Induction of ferroptosis and mitochondrial dysfunction by oxidative stress in PC12 cells. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

WU, Q. *et al*. Antioxidant agents against trichothecenes: new hints for oxidative stress treatment. **Oncotarget**, v. 8, n. 66, p. 110708, 2017.

YANCOSEK, K. E.; ROY, T.; ERICKSON, M. Rehabilitation programs for musculoskeletal injuries in military personnel. **Current Opinion in Rheumatology**, v. 24, n. 2, p. 232-236, 2012.

YUSUF, S. *et al*. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. **The Lancet**, v. 366, n. 9497, p. 1640-1649, 2005.

ZERN, T. L.; FERNANDEZ, M. L. Cardioprotective effects of dietary polyphenols. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 10, p. 2291-2294, 2005.

ZHANG, M. *et al*. Quercetin regulates hepatic cholesterol metabolism by promoting cholesterol-to-bile acid conversion and cholesterol efflux in rats. **Nutrition research**, v. 36, n. 3, p. 271-279, 2016.

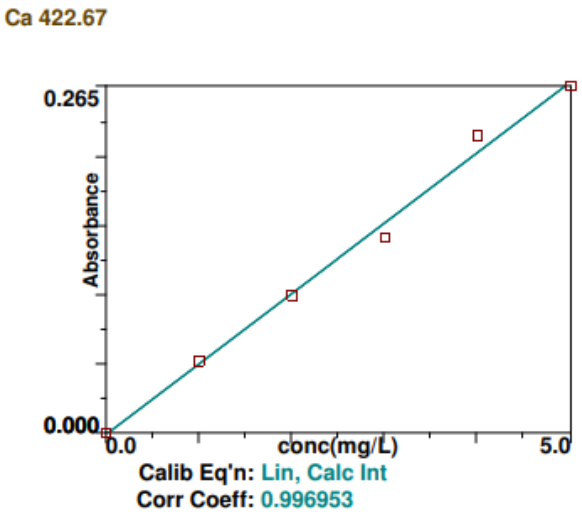
ZHAO, L. *et al*. Cholesterol metabolism is modulated by quercetin in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 4, p. 1104-1108, 2011.

ZILLIKENS, M. C. *et al*. The role of body mass index, insulin, and adiponectin in the relation between fat distribution and bone mineral density. **Calcified Tissue International**, v. 86, n. 2, p. 116-125, 2010.

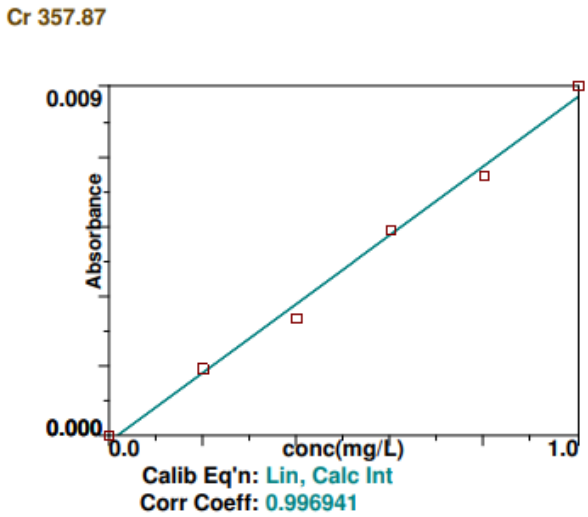
APÊNDICE A

CURVA DE CALIBRAÇÃO PARA MINERAIS

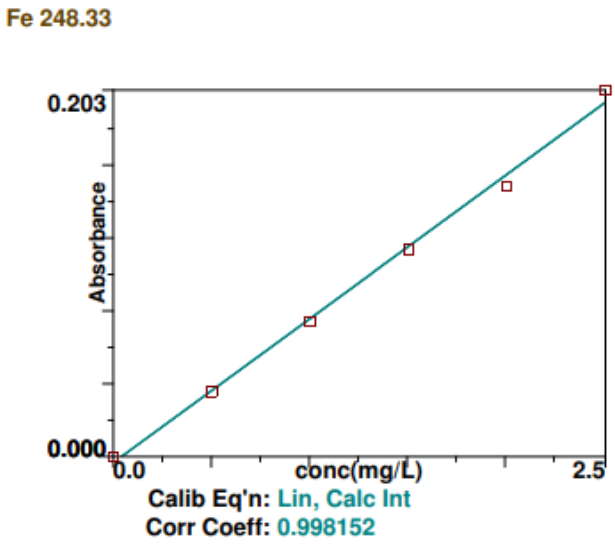
- **Cálcio**



- **Cromo**

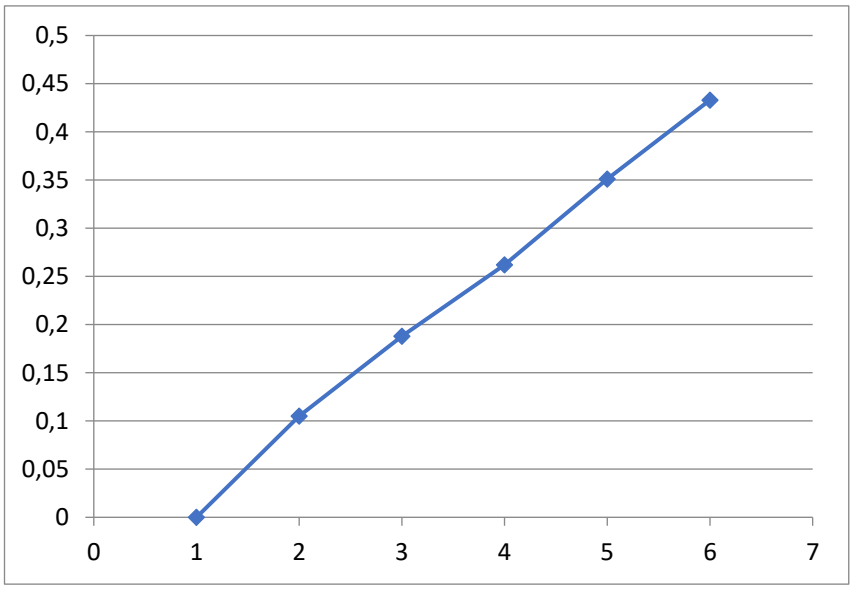


- **Ferro**



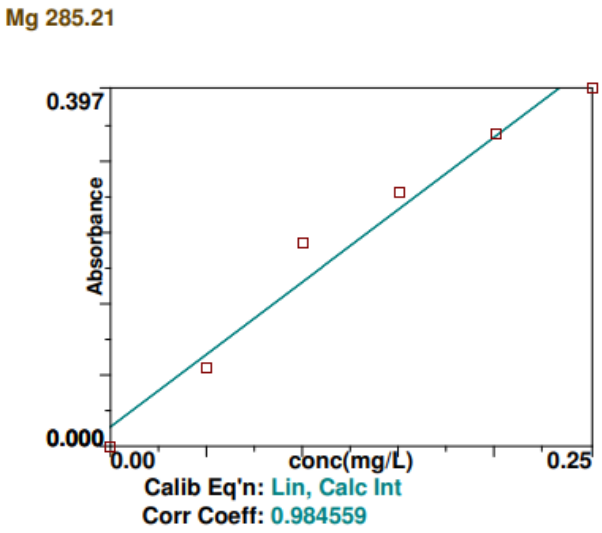
- **Fósforo**

X (mg/L)	Abs
0	0
1	0,105
2	0,188
3	0,262
4	0,351
5	0,433

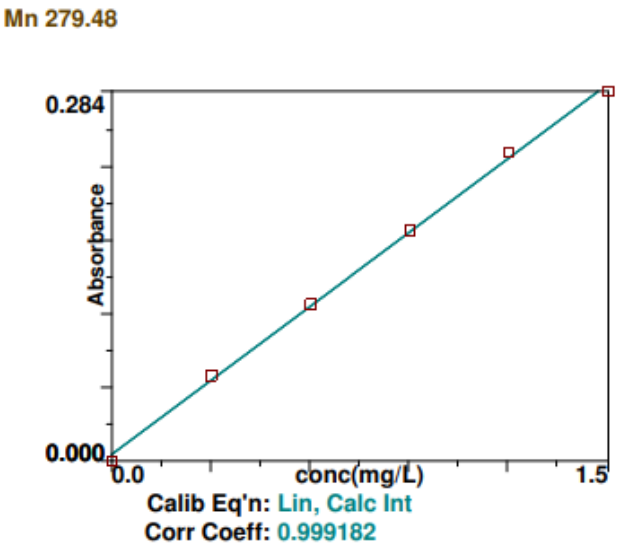


Corr Coef: 0,998915

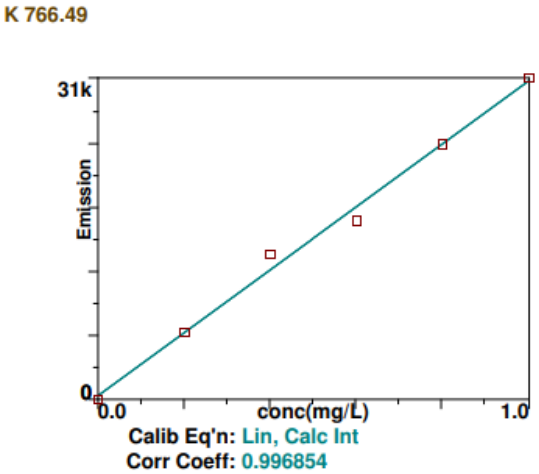
- **Magnésio**



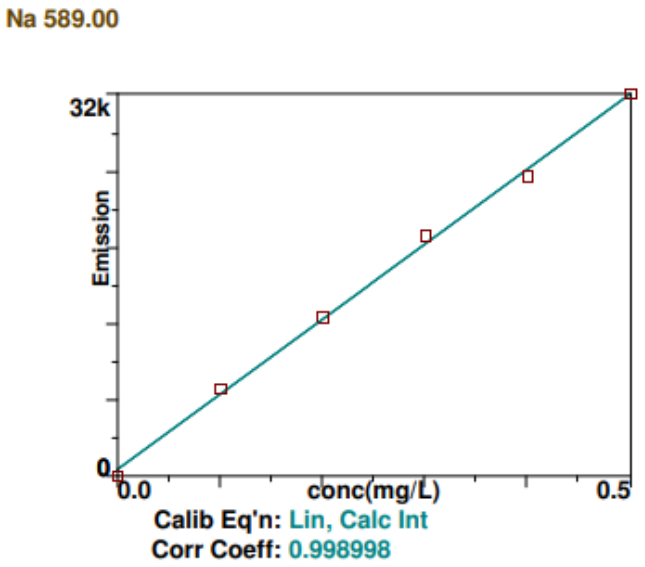
- **Manganês**



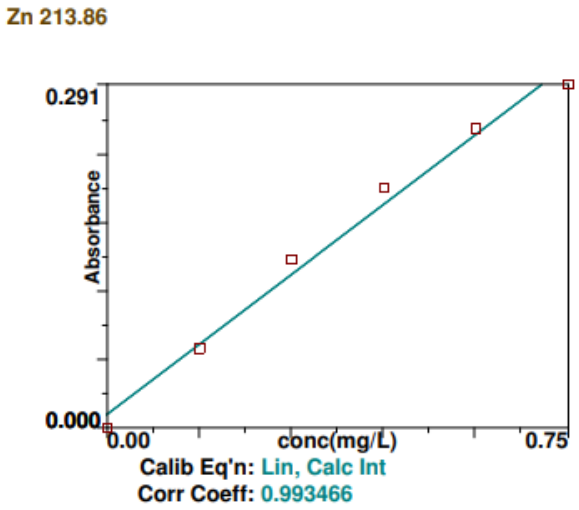
- **Potássio**



- **Sódio**

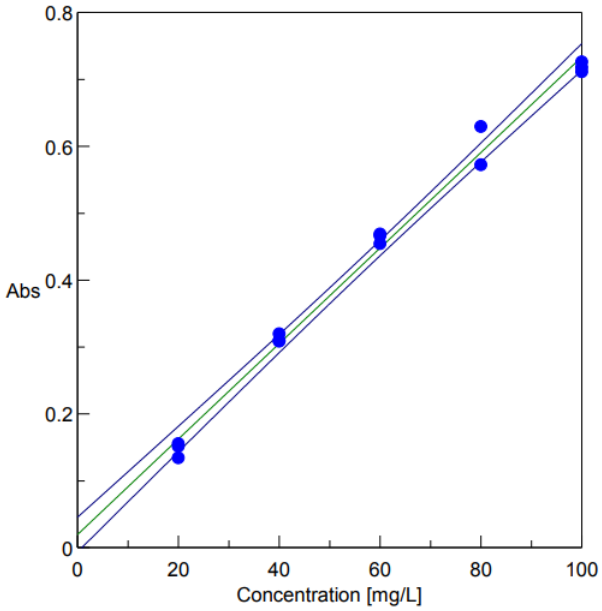

Na 589.00
32k
Emission
0
0.0
conc(mg/L)
0.5
Calib Eq'n: Lin, Calc Int
Corr Coeff: 0.998998

- **Zinco**


Zn 213.86
0.291
Absorbance
0.000
0.00
conc(mg/L)
0.75
Calib Eq'n: Lin, Calc Int
Corr Coeff: 0.993466

APÊNDICE B

CURVA PADRÃO PARA DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS



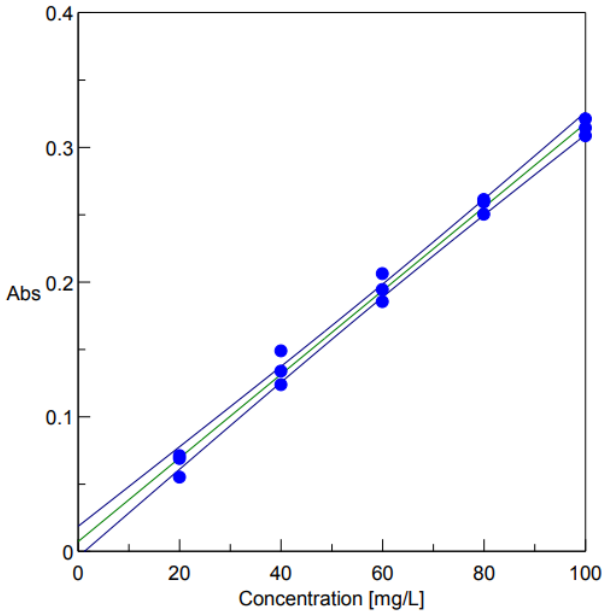
Peak method No base (1 wavelength)
Peak wavelength 765 nm
Graph type Linear

Y = A * X + B
A = 0.0071397 +/- 0.000397526
B = 0.0193766 +/- 0.0259373
Correlation coefficient = 0.996105
Standard error = 2.74866
Min. detectable = 3.63283
Quantification limit = 38.8818

No.	Sample	Comment	Conc. [mg/L]	Abs	765.0 nm
Blank					0.0165
1			20	0.134345	0.1343
2			20	0.155536	0.1555
3			20	0.151308	0.1513
4			40	0.308539	0.3085
5			40	0.309532	0.3095
6			40	0.319572	0.3196
7			60	0.454277	0.4543
8			60	0.466259	0.4663
9			60	0.468849	0.4688
10			80	0.572454	0.5725
11			80	0.629476	0.6295
*12			80	0.64461	0.6446
13			100	0.711402	0.7114
14			100	0.718056	0.7181
15			100	0.726223	0.7262

APÊNDICE C

CURVA PADRÃO PARA DETERMINAÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS



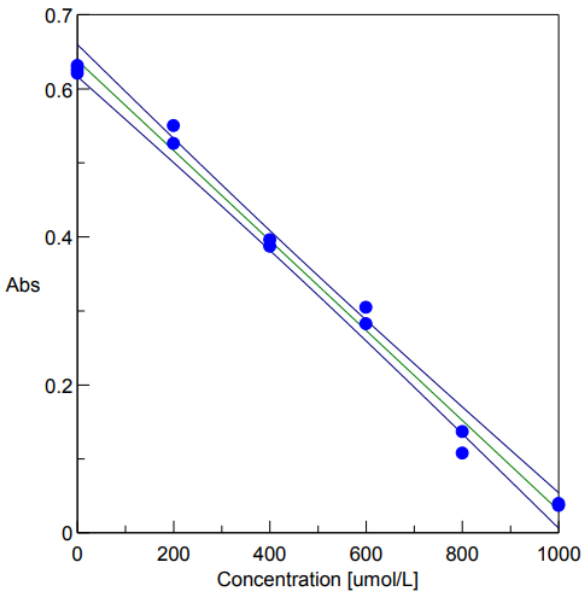
Peak method No base (1 wavelength)
Peak wavelength 510 nm
Graph type Linear

Y = A * X + B
A = 0.003104 +/- 0.000170745
B = 0.00723796 +/- 0.011326
Correlation coefficient = 0.995811
Standard error = 2.78974
Min. detectable = 3.64883
Quantification limit = 38.9008

No.	Sample	Comment	Conc. [mg/L]	Abs	510.0 nm
Blank	Branco				-0.0002
1	P1		20	0.0551114	0.0551
2	P1		20	0.0688326	0.0688
3	P1		20	0.0710516	0.0711
4	P2		40	0.123826	0.1238
5	P2		40	0.148812	0.1488
6	P2		40	0.133813	0.1338
7	P3		60	0.185465	0.1855
8	P3		60	0.19436	0.1944
9	P3		60	0.206099	0.2061
10	P4		80	0.250249	0.2502
11	P4		80	0.259255	0.2593
12	P4		80	0.26125	0.2613
13	P5		100	0.308559	0.3086
14	P5		100	0.314401	0.3144
15	P5		100	0.321084	0.3211
*16					

APÊNDICE D

CURVA PADRÃO PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR MÉTODO DPPH



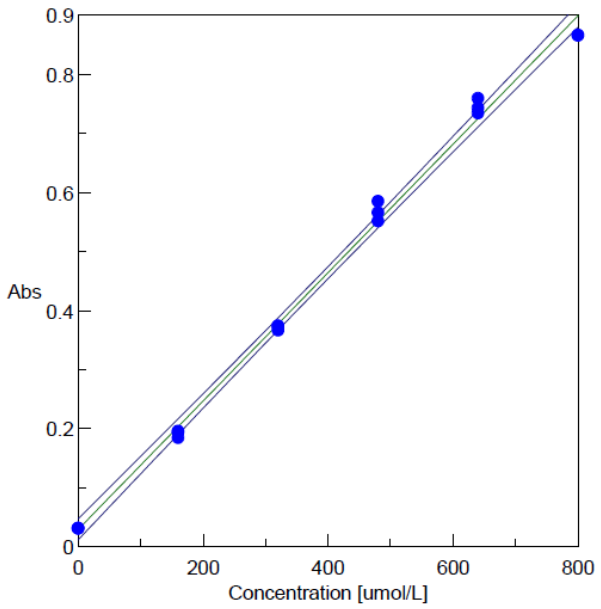
Peak method No base (1 wavelength)
Peak wavelength 517 nm
Graph type Linear

Y = A * X + B
A = -0.000607894 +/- 3.72033E-005
B = 0.637972 +/- 0.0216439
Correlation coefficient = 0.995775
Standard error = 35.5083
Min. detectable = -35.6048
Quantification limit = 435.509

No.	Sample	Comment	Conc. [umol/L]	Abs	517.0 nm
Blank					0.0007
1			0	0.63124	0.6312
2			0	0.626284	0.6263
3			0	0.621075	0.6211
4			200	0.526101	0.5261
5			200	0.550091	0.5501
*6			200	0.487679	0.4877
7			400	0.395988	0.3960
*8			400	0.445448	0.4454
9			400	0.387136	0.3871
10			600	0.304661	0.3047
11			600	0.282426	0.2824
*12			600	0.223822	0.2238
13			800	0.107649	0.1076
*14			800	0.213067	0.2131
15			800	0.136897	0.1369
16			1000	0.0397417	0.0397
*17			1000	0.076165	0.0762
18			1000	0.0369791	0.0370

APÊNDICE E

CURVA PADRÃO PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR MÉTODO FRAP



Peak method No base (1 wavelength)
Peak wavelength 595 nm
Graph type Linear

Y = A * X + B
A = 0.00108664 +/- 3.85659E-005
B = 0.029303 +/- 0.0177077
Correlation coefficient = 0.997926
Standard error = 18.0501
Min. detectable = 16.2959
Quantification limit = 218.029

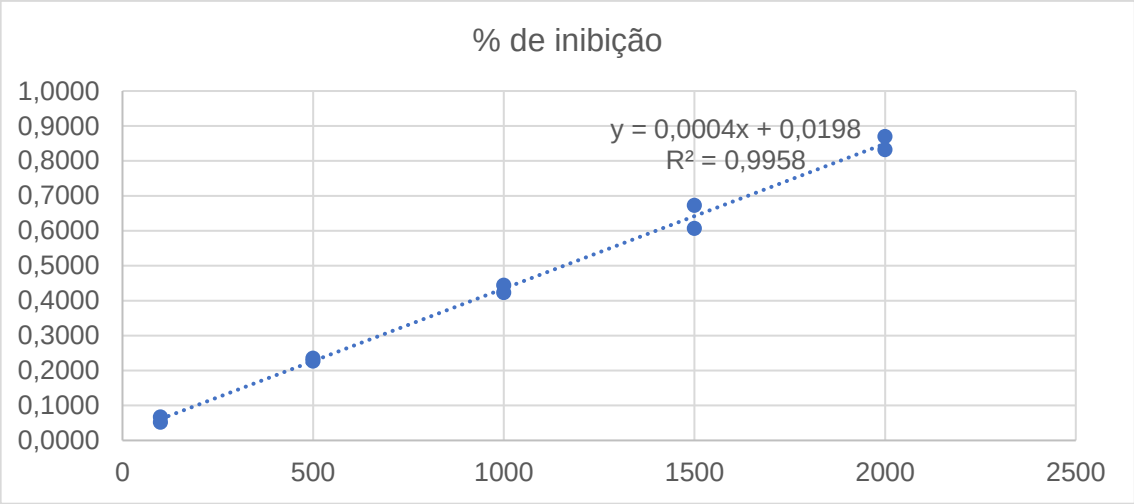
No.	Sample	Comment	Conc. [umol/L]	Abs	595.0 nm
Blank					0.0060
1	1.1		0	0.0315438	0.0315
2	1.2		0	0.0314437	0.0314
3	1.3		0	0.0313327	0.0313
4	2.1		160	0.193777	0.1938
5	2.2		160	0.184714	0.1847
6	2.3		160	0.195955	0.1960
7	3.1		320	0.374115	0.3741
8	3.2		320	0.37302	0.3730
9	3.3		320	0.366354	0.3664
10	4.1		480	0.565701	0.5657
11	4.2		480	0.551258	0.5513
12	4.3		480	0.584998	0.5850
13	5.1		640	0.73424	0.7342
14	5.2		640	0.759246	0.7592
15	5.3		640	0.743098	0.7431
16	6.1		800	0.866202	0.8662
*17	6.2		800	0.963105	0.9631
18	6.3		800	0.865629	0.8656

APÊNDICE F

CURVA PADRÃO PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR MÉTODO ABTS

CURVA ABTS

Conc, [umol/L]	% de inibição	Abs	734,0 nm
			0,01
100	0,0519	0,594252	0,5943
100	0,0671	0,584685	0,5847
500	0,2350	0,479441	0,4794
500	0,2267	0,484666	0,4847
1000	0,4227	0,361829	0,3618
1000	0,4442	0,348375	0,3484
1500	0,6068	0,246469	0,2465
1500	0,6726	0,205208	0,2052
2000	0,8318	0,10544	0,1054
2000	0,8697	0,0816802	0,0817
		0,626754	0,6268



ANEXO 1

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROJETO QUERCETINA: DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO DE ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE QUERCETINA

Pesquisador: Halliny Siqueira Ruela

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66230417.9.0000.5256

Instituição Proponente: COMANDO DA MARINHA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.101.901

Apresentação do Projeto:

PROJETO QUERCETINA: DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO DE SUPLEMENTO NUTRICIONAL A BASE DE QUERCETINA

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, por meio de estudos in vivo, o alimento funcional que contém quercetina, visando melhorar a resistência aos exercícios físicos, a imunidade e o foco nas tarefas desempenhadas pelos consumidores. Para tal, será realizado um estudo comparativo entre duas formulações, uma preparada com quercetina convencional encontrada no mercado, e outra sem adição desta substância.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Embora o texto modificado contemple novos aspectos importantes para o participante, o pesquisador permanece relatando que não há riscos associados ao consumo de quercetina. Sugere-se substituir o trecho “pode-se dizer que não há riscos associados ao seu consumo” por “pode-se dizer que os riscos associados ao seu consumo são mínimos”.

Além disso, o TCLE não menciona os riscos associados ao teste de esforço e à densitometria, aos quais os participantes serão submetidos ao longo da pesquisa. Desta forma, ainda que sejam mínimos, sugere-se a inclusão dos riscos inerentes a tais exames no documento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Mantém-se a avaliação anterior de que a pesquisa está bem estruturada e não foi observada nenhuma contraindicação do ponto de vista da ética e da exequibilidade, mesmo após a revisão do texto original.

No entanto, destaca-se que os comentários descritos no arquivo "Formulário Respostas CEP", incluído pelo pesquisador após a primeira análise deste Comitê de Ética, atendem aos questionamentos e observações feitos no parecer inicial do CEP, tais como o esclarecimento a respeito do recrutamento dos participantes da pesquisa, a inclusão das cartas de anuência das instituições co-participantes e o detalhamento da evolução da pesquisa no item Resumo do "PB Informações Básicas do Projeto", dentre outros.

Além disso, embora o cronograma de execução do "PB Informações Básicas do Projeto" ainda não esteja em ordem cronológica, a criação do arquivo "Cronograma" facilita a compreensão das atividades a serem desenvolvidas ao longo do tempo.

Sendo assim, cabe ressaltar que toda a documentação ficou mais completa e inteligível para o leitor após a criação de novos arquivos e a revisão do texto original do Projeto Básico: tanto pelas orientações feitas pelo CEP quanto por outras alterações realizadas por iniciativa do pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi observado que o TCLE foi reestruturado, considerando a sugestão de utilizar um vocabulário mais acessível para os participantes da pesquisa.

Também foram acatadas outras orientações emanadas por este Comitê de Ética, das quais podem se citar a correção do número da Resolução do CNS, a substituição dos termos "você" e "voluntário" por "participante", a alteração do título dos itens 4 e 10, a exclusão do trecho sobre o uso de nanopartículas e a inclusão da possibilidade de acionar o CEP/HNMD caso o contato direto com o pesquisador não seja possível.

Embora a sugestão de não repetir detalhadamente os procedimentos de consumo diário do suplemento por 2 meses e a periodicidade das coletas sanguíneas em diferentes partes do TCLE, tal fato não compromete o texto final.

Por oportuno, seguem algumas observações para contribuir ainda mais com a redação do texto final do Termo:

Na Introdução, incluir “Sr.” Antes de designar um dos pesquisadores, no trecho: “pelos pesquisadores (...) e Sr. Joel (...)”

Nos itens “2)Participantes da Pesquisa” e “4) Sobre as coletas”, sugere-se substituir “participante” por “participantes” nos trechos “Os participante serão (...)”

Já no item “5)Protocolo experimental”, o pesquisador ainda descreve apenas a coleta sanguínea, não mencionando a densitometria computadorizada por absormetria radiológica de dupla energia nem o teste de esforço máximo em esteira relacionados no Projeto Básico. Neste sentido, sugere-se incluir tais procedimentos no TCLE, transcrevendo o texto sobre o teste de esforço e a análise por densitometria descrito no arquivo “PB Informações Básicas do Projeto”.

Finalmente, após o campo das assinaturas, ao sinalizar a possibilidade de contato com o CEP, sugere-se colocar o endereço do HNMD iniciando com letra maiúscula (Rua César Zama, 185 ...).

Recomendações:

Já descritas nos itens anteriores.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ressalvadas as considerações supracitadas, corrobora-se a importância e relevância do referido projeto de pesquisa (conforme já mencionado na primeira avaliação do projeto), sugerindo-se a aprovação do projeto revisado pelo CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar a este CEP via Plataforma Brasil, relatório semestral até o término da pesquisa, com o primeiro relatório previsto para Novembro 2017. Todavia, se realizada num período menor, deverá ser apresentado relatório final, assim como este Comitê deverá ser informado sobre fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. Caso o projeto venha a ser interrompido, haverá necessidade de justificativa do pesquisador.

E**ste parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados**:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_753589.pdf	24/05/2017 17:20:48		Aceito
Outros	oficio_UFF.pdf	24/05/2017 17:20:09	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anuencia_IPB.pdf	24/05/2017 17:15:05	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Formulario_Respostas_CEP.pdf	24/05/2017 17:14:43	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anuencia_UFRJ.pdf	24/05/2017 17:12:29	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anuencia_ITAL.pdf	24/05/2017 17:12:10	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_QCTN_CEP_Modificado.pdf	24/05/2017 17:11:54	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	24/05/2017 17:11:03	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Modificado.pdf	24/05/2017 17:05:29	Halliny Siqueira Ruela	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto.pdf	15/03/2017 15:34:50	Halliny Siqueira Ruela	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 06 de Junho de 2017

Assinado por:

Jacqueline de Roure e Neder (Coordenador)

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PESQUISA: **PROJETO QUERCETINA: DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO DE SUPLEMENTO NUTRICIONAL A BASE DE QUERCETINA**

As informações contidas nesta folha, fornecidas pelos pesquisadores Dr.ª Halliny Siqueira Ruela, Dr.ª Ana Paula Felix Trindade Carmo, MSc Erika Bacchini Fonseca e Marina Gribel (Nutricionista), têm por objetivo firmar acordo escrito com o participante para realização da pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que ele será submetido.

1) Natureza da pesquisa: Esta pesquisa tem como finalidades: avaliar o suplemento nutricional que contém quercetina, com o objetivo de melhorar a resistência aos exercícios físicos, a imunidade e o foco nas tarefas desempenhadas pelos consumidores.

2) Participantes da pesquisa: Os participantes serão aproximadamente 50 voluntários, preferencialmente todos do sexo masculino. Estes não poderão ser portadores de doenças crônicas, deverão estar isentos de doenças inflamatórias e/ou infecciosas e não poderão fazer uso regular de medicamentos e esteroides anabolizantes. Por meio de uma palestra, todos serão devidamente informados sobre os procedimentos aos quais serão submetidos ao longo da pesquisa. Posteriormente, os interessados em participar formalizarão seu consentimento por meio deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em duas vias (pesquisador e participante).

3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo o participante será submetido a entrevista e avaliação do perfil nutricional e receberá um suplemento alimentar que deve ser consumido diariamente (uma unidade por dia) durante 2 meses e será submetido a coletas de sangue. O participante tem liberdade de se recusar a participar e ainda de se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do coordenador do projeto e, se necessário, por meio do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

4) Sobre as coletas: Os participante serão submetidos à coleta sanguínea prévia para análise dos perfis bioquímico e hematológico iniciais. Também serão coletadas amostras de sangue 15, 30 e 60 dias após o início do consumo diário do alimento.

5) Protocolo experimental: Um formulário para cadastro de dados pessoais e ficha para anamnese (dados pessoais, histórico familiar e pessoal de doenças crônicas e outras informações julgadas relevantes) será aplicado, visando ampliar o conhecimento sobre os envolvidos no estudo. Para identificar o perfil nutricional, será realizada avaliação do consumo alimentar dos participantes (Recordatório de 24 horas, Questionário de Frequência Alimentar e Registro Alimentar de três dias). A avaliação antropométrica será realizada através de balança, fita métrica e adipômetro, para mensuração da massa corporal e dobras cutâneas. Os participantes receberão o suplemento para consumo diário durante 2 meses e terão amostras de sangue coletadas nos seguintes momentos: antes da ingestão, 15, 30 e 60 dias após o início do consumo diário do alimento. As amostras de sangue serão coletadas por enfermeiro qualificado, seguindo as normas de biossegurança (Brasil, 1993; Brasil, 1996).

6) <u>Riscos e desconforto</u>: Por ser um alimento funcional bastante comum no mercado, especialmente nos Estados Unidos, onde é aprovado pelo FDA, sendo inclusive um item inserido na alimentação rotineira das tropas militares norte-americanas, pode-se dizer que não há riscos associados ao seu consumo. Durante a realização da pesquisa clínica, os procedimentos apresentam riscos mínimos à vida e à saúde do participante, uma vez que são pouco invasivos e serão realizados por profissionais competentes e experientes. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF.

7) <u>Confidencialidade</u>: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Os dados do participante serão identificados com um código, e não com o nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados pessoais, assegurando assim sua privacidade.

8) <u>Benefícios</u>: Esse estudo é importante para ampliar o conhecimento na área de suplementação de quercetina. A quercetina pode apresentar propriedades terapêuticas e de combate a obesidade, já previamente observadas em animais, além da possibilidade de aumentar o desempenho físico por promover o crescimento da capacidade em realizar desde pequenas tarefas cotidianas e tarefas de desempenho atlético, através do incremento da capacidade cardiopulmonar. Os participantes terão a possibilidade de realizar uma análise simples de como se apresenta sua saúde, estes poderão ter conhecimento de como está pressão arterial, seu nível de atividade física, resultados dos exames de sangue e da avaliação de pesos e medidas para análise do índice de massa corporal e percentual de gordura, perfil metabólico e nutricional, além de verificar se está ou não acima do peso.

9) <u>Pagamento</u>: O participante não terá nenhum tipo de despesa ao autorizar sua participação nesta pesquisa, bem como nada será pago pela participação.

10) <u>Liberdade de recusar ou retirar o consentimento</u>: O participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem penalidades.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para permitir sua participação nesta pesquisa. Portanto, por favor, preencha os itens que seguem e rubrique as demais folhas:

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

_____
Nome do Participante da Pesquisa

_____
Assinatura do Participante da Pesquisa

_____
Assinatura do Pesquisador Principal

Contatos Pesquisador Principal: Dr.ª Halliny Siqueira Ruela

Encarregada da Divisão de Prospecção Tecnológica

Departamento de Pesquisa em Ciências Farmacêuticas

Laboratório Farmacêutico da Marinha

Tel: 21 – 39070855

CASO O SENHOR tenha dificuldade em contato com o pesquisador principal, entrar em contato com o CEP/HNMD, através do endereço. Rua Cesar Zama 185, Lins de Vasconcelos - RJ - Telefone 2599 5452 - cep@hnmd.mar.mil.br

ANEXO 3

Nome: ____

Data: ____

RECORDATÓRIO 24 HORAS			
Refeição/Local	**Horário**	**Alimento**	**Quantidade**