

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

Universidade da Força Aérea

1T (QC-FN) Paulo Henrique Duarte do Nascimento

**Respostas Cognitivas Após uma Atividade de Marcha em Militares do
Curso de Operações Especiais**

Rio de Janeiro
2024

1T (QC-FN) Paulo Henrique Duarte do Nascimento

Respostas Cognitivas Após uma Atividade de Marcha em Militares do Curso de Operações Especiais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes e à Universidade da Força Aérea, como requisito para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desempenho Físico do Combatente.

Orientador: CC (RM3-T) Bruno Ferreira Viana

Rio de Janeiro

2024

1T (QC-FN) Paulo Henrique Duarte do Nascimento

Respostas Cognitivas Após uma Atividade de Marcha em Militares do Curso de Operações Especiais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes e à Universidade da Força Aérea, como requisito para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desempenho Físico do Combatente.

APROVADA EM:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. CC (RM3-T) Bruno Ferreira Viana
Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

Prof. Dr. CC (RM3-T) Valéria Cristina de Faria
Prof. convidado

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

Nascimento, Paulo Henrique Duarte. Respostas Cognitivas Após uma Atividade de Marcha em Militares do Curso de Operações Especiais. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para conclusão do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Desempenho Físico do Combatente. Rio de Janeiro – RJ, 2024.

INTRODUÇÃO: O desempenho cognitivo demonstrou-se ser importante para a execução das mais diversas tarefas de caráter militar, por exemplo o controle inibitório para a execução correta de um disparo em ambiente não controlado ou receber e executar ordens sob fogo. Os benefícios da atividade física na cognição são muito bem fundamentados, no entanto, as tarefas militares frequentemente são acompanhadas de demandas que possuem exigência física extrema, inclusive sob circunstâncias e ambientes desafiadores. Esse conjunto de fatores podem se acumular, ocasionando um estado de fadiga física e/ou mental, na qual pode repercutir diretamente no desempenho cognitivo e, por consequência, no cumprimento da tarefa. Portanto, o objetivo do presente estudo é verificar o efeito agudo de uma atividade de marcha em militares, participantes do curso de Operações Especiais, sobre a capacidade cognitiva em uma tarefa de atenção seletiva. **MÉTODO:** Vinte e um militares (idade: 29.8 [28.1 – 31.4], peso: 79.6kg [77.1 – 82.1], altura: 177cm [1.75 – 1.79]) participantes do curso de operações especiais realizaram um teste de avaliação de desempenho cognitivo (Stroop Test de palavra e cor) antes e após uma atividade de marcha militar de longa duração (17h), com equipamentos (aproximadamente 35kg). Foi utilizada um teste T para amostras pareadas para verificar a diferença entre as condições. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética local. **RESULTADO:** Houve uma diminuição significativa na variável “acurácia” (96.7% vs 93.5%, $p = 0.016$). Nenhuma outra diferença foi encontrada nas variáveis “tempo de reação” (2.17s vs 2.21s, $p = 0.688$), “tempo de reação dos estímulos respondidos corretamente” (2.25s vs 2.39s, $p = 0.894$), “total de estímulos respondidos” (146 vs 145, $p = 0.467$) “estímulos respondidos corretamente” (141 vs 137, $p = 0.255$). **CONCLUSÃO:** Os principais achados desse estudo indicam que o estresse causado pela atividade de marcha levaram a redução aguda do desempenho cognitivo em militares experientes. No entanto não está claro quanto do efeito foi causado exclusivamente em virtude da fadiga física gerada pela realização atividade e quanto outros fatores, como desidratação e hipertermia, podem ter influenciado no resultado.

Palavras-chave: Cognição, Marcha, Marcha Militar, Carregamento de Carga, Stroop, Desempenho Cognitivo, Controle Inibitório.

ABSTRACT

Nascimento, Paulo Henrique Duarte. Cognitive Performance After a Load Carriage Marching Activity in Military Attending the Special Operations Course. Final Project presented as a requirement to the conclusion of the Lato Sensu Graduation Degree in Physical Performance of the Combatant. Rio de Janeiro – RJ, 2024.

INTRODUCTION: Cognitive performance has been shown to be important for the execution of a wide range of military tasks, for example, inhibitory control for the correct execution of a shot in an uncontrolled environment or receiving and executing orders under fire. The benefits of physical activity on cognition are widely reported, however, military tasks are frequently associated with extremely strenuous physical demands, in addition, these demands usually take place in challenging circumstances and harsh environments. These factors in conjunction can accumulate, inducing a state of physical and/or mental fatigue, which can have a direct impact on cognitive performance as well as on task completion. Therefore, the objective of the present study is to verify the acute effect of a load carriage march activity in military personnel, that are attending the Special Operations course, on cognitive capacity in a selective attention task. **METHODS:** 21 subjects (age: 29.8 [28.1 – 31.4], weight: 79.6kg [77.1 – 82.1], height: 177cm [1.75 – 1.79]), currently attending the Special Operations course, undertook a cognitive performance assessment test (Word and Color Stroop Test) before and after a long marching activity with load carriage (17h), with the equipment weighting approximately 35kg. A T test for paired samples was carried out to assess the difference between conditions. All procedures were approved by the local ethics committee. **RESULTS:** It was found a significant difference in the variable “accuracy” (96.7% vs 93.5%, $p = 0.016$). No other difference was reported in the variables “reaction time” (2.17s vs 2.21s, $p = 0.688$), “reaction time of correctly responded stimuli” (2.25s vs 2.39s, $p = 0.894$), “total responded stimuli” (146 vs 145, $p = 0.467$) “correctly responded stimuli” (141 vs 137, $p = 0.255$). **CONCLUSION:** The main finding of this study indicates that the stress caused by marching with load carriage led to an acute reduction in cognitive performance in experienced military personnel. However, it is not clear how much effect was caused exclusively by the physical fatigue generated by carrying out the activity and how much other factors, such as dehydration and hyperthermia, may have influenced the result.

Key-Words: Cognition, March, Military March, Load Carriage, Stroop, Cognitive Performance, Inhibitory control.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	07
2	MÉTODO.....	9
3	RESULTADOS.....	12
4	DISCUSSÃO.....	14
5	CONCLUSÃO.....	17
6	RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA O CFN.....	18
7	REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

As tropas militares têm sido objeto de crescente estudo e vem evoluindo bastante ao longo dos anos, muito já tem sido investigado sobre treinamento físico, nutrição, biomecânica e etc (MARTIN, 2017). Isto traduz-se em equipamentos com tecnologia mais avançada, melhores estratégias de treinamento para desempenho físico (KYRÖLÄINEN *et al.*, 2018), diretrizes de alimentação voltada às necessidades específicas do ambiente operativo (GONZALEZ *et al.*, 2022) e etc. É notável a evolução dessas áreas de estudo e, por consequência, seus benefícios na atividade militar, no entanto, pouca atenção tem sido dada para um dos componentes mais importantes do corpo humano, o cérebro e seu desempenho (i.e. cognição).

As atividades militares frequentemente possuem um certo grau de complexidade e requerem níveis ótimos de atenção, além do alto nível de estresse físico e mental, que são característicos da atividade (BLACKER *et al.*, 2019). Tais atividades incluem a necessidade de uma rápida tomada de decisão, memorização visual, operação de equipamentos, realização de dupla-tarefa (onde se tem uma tarefa principal sendo realizada durante a tarefa secundária de se movimentar), planejamento e solução de problemas, ou seja tarefas de alta complexidade cognitiva (GATTONI *et al.*, 2023). Dessa forma é importante que as capacidades cognitivas estejam preservadas, a fim de obter êxito na atividade e até mesmo para manutenção da segurança própria e coletiva durante o manuseio dos equipamentos com poder de fogo (VRIJKOTTE *et al.*, 2016).

No que se refere a interação dose-resposta entre exercício e cognição durante a prática, o modelo da hipofrontalidade de ativação reticular (DIETRICH; AUDIFFREN, 2011) explica através da assunção de três fundamentos sobre o cérebro, (i) que recebe fluxo constante, porém limitado de suprimento energético, (ii) que a execução do movimento em si demanda uma certa quantidade energética de área relacionadas com movimento (e.g. córtex motor, área premotora, córtex sensorial, etc) e (iii) o processamento neural é competitivo. Dessa forma, como o fornecimento de energia ao cérebro é limitada, durante a prática de exercício físico haveria uma competição de

recursos entre as áreas motoras e cognitivas (córtex prefrontal) resultando em um desempenho cognitivo prejudicado durante a realização e estando diretamente relacionado a intensidade do exercício, onde intensidade mais elevadas geram um déficit maior (DIETRICH; SPARLING, 2004).

No entanto, revisões posteriores (SMITH; AINSLIE, 2017) observaram que o fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício apresenta uma característica de “U” invertido, aumentando no início do exercício, alcançando seu máximo no ponto de compensação respiratório, local que marca a transição da intensidade moderada para a difícil, e a partir deste ponto ocorrendo uma diminuição do fluxo sanguíneo cerebral. Nesta linha, um estudo (STONE *et al.*, 2020) evidenciou uma resposta de “U” invertido também para o desempenho cognitivo onde a atividade física de intensidade vigorosa causou um declínio agudo do desempenho cognitivo enquanto que as atividades de baixa e moderada melhoram este índice.

Quanto aos efeitos agudos após a realização do exercício, por outro lado, uma revisão sistemática de literatura evidenciou que após uma sessão de aguda de exercício aeróbio é capaz de melhorar o desempenho em testes cognitivos de todos os domínios da função executiva (memória de trabalho, controle inibitório, tempo de reação e etc) (ISHIHARA *et al.*, 2021).

Os possíveis mecanismos que estão por trás deste comportamento foi levantado em um estudo, no qual apontou quatro principais fatores: (i) o aumento do estoque de glicogênio no astrócito induzido pelo exercício, sendo o astrócito uma célula importante para a regulação e suporte do metabolismo neuronal (ii) neurogênese do hipocampo e regulação das sinapses induzidas pelo fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), (iii) o efeito antiinflamatório do PGC 1- α e sua indução da expressão do BDNF no hipocampo e (iv) o aumento da sinalização da interleucina 6, que induzida pelo exercício parece ter um papel neuroprotetor (NORMAN *et al.*, 2018).

No entanto, embora as atividades militares possuam uma relação próxima com exercício físico, as práticas militares são comumente realizadas em ambientes ou situações pouco favoráveis e desafiadoras (e.g. a realização sob cansaço extremo, de extensão duração, desidratação e estado de nutrição deficiente) (MARTIN *et al.*, 2020, p. 20). Neste sentido, não é clara a relação do

comportamento da cognição diante de fatores de estresse tipicamente militares que sejam conduzidas em ambientes reais ou com atividades que possuam demandas fisiológicas e psicofisiológicas equivalentes.

Portanto, o objetivo do presente estudo é verificar o efeito agudo de uma atividade de marcha durante um curso de Operações Especiais da Marinha do Brasil sobre a capacidade cognitiva de militar em uma tarefa de atenção seletiva (i.e. Stroop Test).

A hipótese do estudo é de que, devido ao estado de fadiga física e mental, ocasionado pela duração da atividade de marcha, resulte agudamente em um comprometimento transitório do desempenho cognitiva (e.g. aumento no tempo de reação e/ou diminuição na taxa de acerto).

2. MÉTODOS

2.1 Amostra

A amostra do estudo foi composta por 21 militares experientes que eram participantes do curso de operações especiais. Todos os participantes foram voluntários para a realização do estudo.

Foi adotado como critério de exclusão para o estudo (I) o participante não ter conseguido concluir a atividade proposta do curso (marcha), (II) apresentar problemas visuais que interfiram na realização do teste e (III) desistência voluntária. Os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido, de acordo com os princípios éticos da declaração de Helsinkí.

2.2 Desenho do Estudo

O desenho se trata de um estudo de coorte, onde a amostra utilizada estava participando do curso de operações especiais do ano de 2023, onde foi feito uma amostragem antes e após uma das tarefas regulamentares do curso.

Os participantes foram levados a um ambiente climatizado, onde foi realizada as medidas antropométricas, vestiram o o cardiofrequencímetro polar, receberam as instruções verbais, e realizaram o teste sentados com o tablet

(Galaxy tab 2, v10.1) apoiado no encosto da cadeira. As avaliações foram realizadas antes da realização da atividade curricular e imediatamente após o término da atividade.

O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Naval do Hospital Naval Marcílio Dias (CEP-HNMD), número de protocolo CAAE 13203619.5.0000.5256 e parecer 5.893.486.

2.3 Stroop Test

Uma versão computadorizada, realizada em tablet, do Stroop Test (NovakSportSci, versão traduzida) foi utilizado para medir a atenção seletiva. A figura 1 mostra o layout do teste, onde o estímulo era composto de uma palavra preenchida com uma cor aleatória ao centro e em baixo há quatro opções de palavras onde os participantes foram instruídos a selecionar a palavra que se refere a cor que está preenchida a palavra central. Com exceção para estímulo de confusão, que é quando a palavra central estava preenchido em vermelho, nessa situação, o participante deveria marcar a opção que se refere ao significado da palavra escrita.



Figura 1. Layout do teste Stroop

O teste foi configurado para ter um tempo total de 300 segundos, na qual o novo estímulo aparecia assim que o anterior havia sido respondido. O teste

realizado não fornecia feedback sobre quantidade de respostas, acertos ou erros aos participantes durante a sua realização.

Os participantes foram instruídos verbalmente sobre o funcionamento do teste e a respondê-lo o mais rápido possível mantendo a taxa de acerto. O teste foi realizado duas vezes, onde a primeira tentativa foi utilizada para aprendizagem e a segunda tentativa realizada logo em seguida, onde desta última foram extraídos os dados para análise estatística.

Ao final da realização do teste, (a) estímulos respondidos, (b) estímulos respondidos corretamente, (c) acurácia ($[b/a] \cdot 100\%$), (d) tempo de reação e (e) tempo de reação aos estímulos respondidos corretamente eram fornecidos, tanto ao sujeito quanto ao pesquisador.

2.4 Atividade de Marcha

A atividade de marcha faz parte do conjunto de atividades obrigatórias do currículo do curso de operações especiais. Tal atividade consiste no deslocamento por tempo e distância que não é de conhecimentos prévio da amostra. Este deslocamento é realizado com o uniforme camuflado, mochila e equipamento básico de combate, somando-se ao todo aproximadamente 35 kg.

Para a avaliação da marcha foi utilizado um cardiófrequencímetro (Polar Team Pro, Finlândia) que fornece dados, na frequência de 10 Hz, das seguintes variáveis: FC, localização, distância, velocidade, aceleração e potência produzida.

O polar foi posicionado no peito das amostras logo antes do início da atividade e retirado imediatamente após o término. Os dados utilizados para avaliação da atividade de marcha foram: frequência cardíaca média da atividade ($F_{c_{média}}$), frequência cardíaca máxima atingida ($F_{c_{max}}$), distância percorrida, duração da atividade, velocidade média ($V_{média}$), velocidade máxima (V_{max}).

2.5 Análise Estatística

Os dados da análise descritiva dos sujeitos estão apresentados em média, intervalo de confiança de 95% e d de Cohen para avaliar o tamanho do efeito.

Para a análise de comparação das variáveis foi utilizado Teste T para amostras pareadas, onde serão comparadas as médias dos escores antes e depois da marcha.

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Foi adotado $p < 0.05$ como significância estatística. Toda a análise estatística foi realizada através do software JASP versão 2024 0.18.3 (JASP, University of Amsterdam, Netherlands).

3. RESULTADOS

3.1 Amostra

A amostra está composta por 21 sujeitos, nenhum dos participantes atingiram os critérios de exclusão. A caracterização da amostra está presente na tabela 1.

Variáveis	Média (IC 95%)
Idade (anos)	29.8 (28.1 – 31.4)
Peso (kg)	79.65 (77.15 – 82.14)
Altura (m)	1.77 (1.75 – 1.79)
IMC (kg·m ⁻²)	25.4 (24.7 – 26.1)

Tabela 1. Característica dos Participantes. IC = Intervalo de confiança; IMC = Índice de massa corporal;

3.2 Atividade de Marcha

A atividade teve uma duração total de 17 horas. A caracterização da atividade se encontra na tabela 2.

Variáveis	Média (IC 95%)
Distância Percorrida (km)	43.2 (42.8 – 43.7)

FC _{média} (BPM)	131 (126 – 136)
FC _{max} (BPM)	190 (178 – 202)
V _{média} (km•h ⁻¹)	2.78 (2.75 – 2.82)
V _{max} (km•h ⁻¹)	14.5 (13.2 – 15.7)

Tabela 2. Caracterização da atividade de marcha. FC_{média} = Frequência cardíaca média da atividade, FC_{max} = Frequência cardíaca máxima atingida durante a atividade, V_{média} = Velocidade média da atividade. V_{max} = Velocidade máxima atingida durante a atividade.

3.3 Stroop Test

Para a variável “Estímulos respondidos” não houve diferença estatisticamente significativa entre o momento PRE e PÓS [$t(20) = 0.085$ e $p = 0.467$].

Para a variável “Estímulos respondidos corretamente” houve diferença estatisticamente significativa entre o momento PRE e PÓS [$t(20) = 0.671$ e $p = 0.255$].

Para a variável “Acurácia” houve uma diferença estatisticamente significativa entre o momento PRE e PÓS (fig. 1) [$t(20) = 2.306$, $p = 0.016$ e *Cohen’s d* = 0.503].

Para a variável “Tempo de Reação” não houve diferença estatisticamente significativa entre o momento PRE e PÓS [$t(20) = -0.498$ e $p = 0.688$].

Para a variável “Tempo de Reação dos estímulos respondidos corretamente” não houve diferença estatisticamente significativa entre o momento PRE e PÓS [$t(20) = -1.291$ e $p = 0.894$].

Variáveis	Pré – Média (IC 95%)	Pós – Média (IC 95%)	p - valor
Estímulos respondidos	146 (130.4 – 161.5)	145.5 (127.2 – 163.8)	0.467
Estímulos respondidos corretamente	141.4 (125.9 – 156.9)	137 (118.1 – 155.8)	0.255
Acurácia (%)*	96.7 (95.3 – 98.2)	93.5 (91.2 – 95.9)	0.016
Tempo de Reação (s)	2.17 (1.92 – 2.42)	2.21 (1.93 – 2.496)	0.688
Tempo de Reação dos estímulos respondidos corretamente (s)	2.25 (1.98 – 2.52)	2.39 (2.05 – 2.73)	0.894

Tabela 3. Resultados do teste Stroop * Diferença estatisticamente significativa entre os momentos.

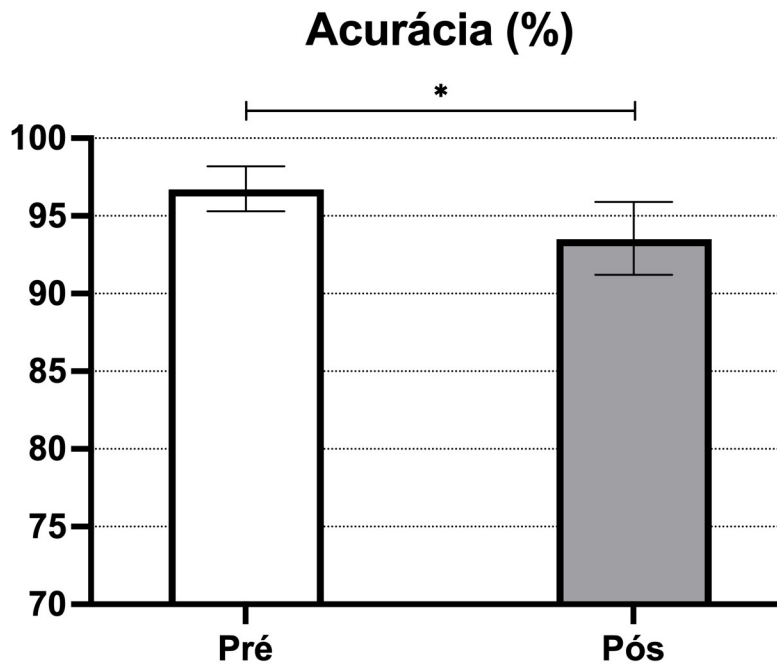


Figura 2. Comparação da acurácia (%) antes e após a marcha. * = Diferença estatisticamente significativa

4. DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi verificar se há um efeito agudo de uma atividade militar extremamente longa e extenuante (marcha militar com carga) sobre o desempenho cognitivo de militares treinados em uma tarefa de atenção seletiva (i.e. Stroop Test). Os resultados indicaram que houve uma diminuição na variável Acurácia ($p = 0.016$), apresentando tamanho de efeito médio ($d = 0.503$), em relação a condição pré e pós marcha. Além disso, não houve diferença ($p > 0.05$) nas demais variáveis indicando que a tarefa proposta não afetou o tempo necessário até a tomada de decisão.

A cognição desempenha um papel crucial nas atividades militares, abrangendo uma ampla gama de funções e habilidades que são essenciais para a eficácia e sucesso das operações. Isso pode ser visto tanto na execução de tarefas militares, como patrulha e vigilância (MARTIN *et al.*, 2020), onde geralmente são envolvidos fatores estressores, exigindo também, juízo de valor e tomada de decisão rápida.

Em um combate, onde geralmente apresenta-se em ambiente desordenado e com diversos alvos inimigos envolvidos, a capacidade de conter a resposta de fogo quando um alvo neutro ou amigo surge na linha de tiro é determinante a fim de se evitar acidentes. A capacidade de conter a reação motora de atirar ao estímulo é resposta do controle inibitório do sujeito. Nesse sentido, conforme evidenciado em trabalho anterior (BIGGS; CAIN; MITROFF, 2015), existe uma relação direta entre a ocorrência de um erro crítico (i.e. vítima civil) na hora de executar um tiro em ambiente virtual e o controle inibitório e de maneira similar, também foi encontrado essa relação na ocorrência de fogo amigo (WILSON; HEAD; HELTON, 2013).

Os resultados do estudo estão de acordo com a hipótese proposta. Muito embora o exercício, e atividade física em geral, sejam associados a melhora do desempenho cognitivo, tanto agudamente (CANTELON; GILES, 2021) quanto cronicamente (LIU *et al.*, 2020) as atividades militares possuem um padrão de exigência física muito diferente do que se é comumente abordado em estudos voltados para população em geral.

No presente estudo, a atividade física em questão foi a realização de uma marcha militar com carga durante o curso de operações especiais, que se estendeu por 17 horas, que se caracteriza por ser uma atividade muito longa e extenuante, somando-se também outros fatores como, desidratação e exposição prolongada sol. Desta forma, é plausível esperar que as respostas cognitivas (e demais adaptações induzidas pelo exercício) sejam diferentes das usualmente reportadas nas recomendações gerais para saúde (e.g. 150 minutos semanais do American College of Sports Medicine, (GARBER *et al.*, 2011) e até mesmo diferente de estudos experimentais que usaram exercício de alta intensidade como intervenção.

Adicionalmente, uma revisão (KOH; LEE, 2013) mostrou que exercícios de longa duração que geram estresse cardiovascular importante (maratona), que envolvessem esforços máximos ou que envolvam traumas na cabeça (boxe) foram todos associados a um aumento dos níveis da proteína S100B. Esta proteína é predominantemente encontrado nas células gliais e seu aumento de concentração no sangue tem sido relacionada com danos cerebrais, pois o nível elevado da S100B no sangue é um indicador de uma disrupção da barreira

hematoencefálica. Além disso, exercita-se em ambiente muito quente e desidratação foram fatores associados ao aumento dos níveis de S100B no sangue.

Por este motivo, a proposição de que as atividades físicas realizadas durante as tarefas militares possam promover melhora na capacidade cognitiva pode se tornar enviesada.

Nesse sentido, os estudos com atividade física que mais se aproximam com o presente estudo, em relação a intensidade e duração do esforço físico, são os estudos envolvendo amostras que realizam provas classificadas como eventos de ultraendurance, como ultramaratona. Em vista disso, a literatura possui estudos com este tipo amostra e possui resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo, que reforça a teoria de que atividades militares extenuantes geram uma diminuição na capacidade cognitiva. Um desses estudos (PERROTTA *et al.*, 2022) utilizou uma amostra que correu longas distâncias (desde 48km até 193km) e, dentre as variáveis estudadas no trabalho, foi avaliada o desempenho cognitiva através de um teste de tempo de reação para escolha. O resultado indicou uma piora do desempenho cognitivo (aumento no tempo de reação) após a realização de uma ultramaratona, o que corrobora com os achados deste trabalho.

No entanto, existem estudos que apresentam resultados contrários, onde mesmo após exercícios muito prolongados, a capacidade cognitiva foi afetada positivamente. Como pode se observar no trabalho de (KROKOSZ *et al.*, 2020), o desempenho cognitivo foi avaliada através do Stroop Test, em uma amostra que realizou uma ultramaratona noturna de 100km. No estudo citado, foi aplicado um Stroop Test e os autores encontraram uma pequena melhora de 0.39s na variável de velocidade de reação, especificamente na fase do teste que não envolve controle inibitório (ler e responder a palavra da mesma cor). Na discussão, o autor afirma que não há uma explicação clara para o resultado encontrado, mas levanta a possibilidade de que o resultado possa estar associado ao efeito de aprendizagem da amostra.

Um outro estudo (DOPPELMAYR; FINKERNAGEL; DOPPELMAYR, 2005) encontrou ainda resultado que variaram dependendo do sujeito. Neste estudo, o autor avaliou o desempenho cognitiva de dois sujeitos através de um

teste de atenção seletiva, chamado D2, durante vários momentos de uma prova de 216km. O resultado mostrou que a diminuição era mais acentuada em um sujeito do que em outro e, durante algumas avaliações intermediárias, o desempenho cognitivo voltava para os padrões de baseline. O autor sugeriu que a diminuição nos índices de atenção seletiva foram influenciados pelo calor e cansaço acumulado.

Além disso, observa-se que tanto na atividade de caráter militar quanto as de ultraendurance possuem fatores, como o efeito da temperatura (SAINI *et al.*, 2017) e desidratação, (ADAN, 2012) que podem se tornar um viés e afetar o resultado. Desta forma, para estudos futuros a análise de indicadores, como os de desidratação, podem mitigar a possibilidade desse viés interferir no resultado.

Adicionalmente, a utilização de ferramentas de avaliação direta de atividade neural durante a realização do teste, como eletroencefalografia e espectroscopia de infravermelho próximo, podem trazer informações adicionais importantes sobre como o cérebro reage metabolicamente nessas diferentes condições.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo apontaram uma redução do desempenho cognitivo em resposta a realização da atividade de marcha com carga. Este comprometimento do desempenho cognitivo pode, possivelmente, prejudicar o efetivo cumprimento das tarefas militares e até mesmo comprometer o nível de segurança da atividade, expondo o próprio militar ou os seus pares a um maior risco.

Essa redução observada foi atribuída ao estresse prolongado, tanto físico quanto mental, gerado pela atividade. No entanto, diversos fatores inerentes consecução da atividade também podem estar levando a esta redução, tais como, desidratação, sono, elevação da temperatura corporal ou fadiga mental. Portanto, para estudos futuros, recomenda-se um delineamento de estudo na qual tais condições sejam controladas, a fim de que se entenda quanta contribuição negativa está vindo de cada fonte, além de formas de como evitar ou diminuir o efeito negativo que a atividade provoca no desempenho cognitivo.

6. RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA O CFN

Foi verificado que houve um declínio cognitivo após a realização de uma marcha. Este fator deve ser levado em consideração ao realizar atividades posteriores a uma atividade extenuante.

Este declínio pode comprometer o desempenho em atividades que exigem maior nível de complexidade e atenção podendo, conseqüentemente, comprometer o desempenho do militar em operações. Portanto, recomenda-se a realização de estudos futuros que investiguem métodos de atenuar este declínio cognitivo gerado por esforços semelhantes.

7. REFERÊNCIAS

ADAN, A. Cognitive Performance and Dehydration. **Journal of the American College of Nutrition**, vol. 31, no. 2, p. 71–78, Apr. 2012.

<https://doi.org/10.1080/07315724.2012.10720011>.

BIGGS, A. T.; CAIN, M. S.; MITROFF, S. R. Cognitive Training Can Reduce Civilian Casualties in a Simulated Shooting Environment. **Psychological Science**, vol. 26, no. 8, p. 1164–1176, Aug. 2015. <https://doi.org/10.1177/0956797615579274>.

BLACKER, K. J.; HAMILTON, J.; ROUSH, G.; PETTIJOHN, K. A.; BIGGS, A. T. Cognitive Training for Military Application: a Review of the Literature and Practical Guide. **Journal of Cognitive Enhancement**, vol. 3, no. 1, p. 30–51, Mar. 2019.

<https://doi.org/10.1007/s41465-018-0076-1>.

CANTELON, J. A.; GILES, G. E. A Review of Cognitive Changes During Acute Aerobic Exercise. **Frontiers in Psychology**, vol. 12, p. 653158, 16 Dec. 2021.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.653158>.

DIETRICH, A.; AUDIFFREN, M. The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, vol. 35, no. 6, p. 1305–1325, 1 May 2011. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.02.001>.

DIETRICH, A.; SPARLING, P. B. Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. **Brain and Cognition**, vol. 55, no. 3, p. 516–524, Aug. 2004.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.03.002>.

DOPPELMAYR, M. M.; FINKERNAGEL, H.; DOPPELMAYR, H. I. Changes in Cognitive Performance during a 216 Kilometer, Extreme Endurance Footrace: A Descriptive and Prospective Study. **Perceptual and Motor Skills**, vol. 100, no. 2, p. 473–487, Apr. 2005. <https://doi.org/10.2466/pms.100.2.473-487>.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I.-M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P.; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 43, no. 7, p. 1334–1359, Jul. 2011. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>.

GATTONI, C.; MARTINEZ-GONZALEZ, B.; LI, C.; MARCORA, S. M. Assessing Cognitive-Motor Interference in Military Contexts: Validity and Reliability of Two Dual-tasking Tests. **Military Medicine**, vol. 188, no. 9–10, p. e2900–e2908, 29 Aug. 2023.

<https://doi.org/10.1093/milmed/usad048>.

GONZALEZ, D. E.; MCALLISTER, M. J.; WALDMAN, H. S.; FERRANDO, A. A.; JOYCE, J.; BARRINGER, N. D.; DAWES, J. J.; KIEFFER, A. J.; HARVEY, T.; KERKSICK, C. M.; STOUT, J. R.; ZIEGENFUSS, T. N.; ZAPP, A.; TARTAR, J. L.; HEILESON, J. L.; VANDUSSELDORP, T. A.; KALMAN, D. S.; CAMPBELL, B. I.;

ANTONIO, J.; KREIDER, R. B. International society of sports nutrition position stand: tactical athlete nutrition. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, vol. 19, no. 1, p. 267–315, 2022. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2086017>.

ISHIHARA, T.; DROLLETTE, E. S.; LUDYGA, S.; HILLMAN, C. H.; KAMIJO, K. The effects of acute aerobic exercise on executive function: A systematic review and meta-analysis of individual participant data. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, vol. 128, p. 258–269, Sep. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.06.026>.

KOH, S. X. T.; LEE, J. K. W. S100B as a Marker for Brain Damage and Blood–Brain Barrier Disruption Following Exercise. **Sports Medicine**, vol. 44, no. 3, p. 369–385, 2013. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0119-9>.

KROKOSZ, D.; BIDZAN-BLUMA, I.; RATKOWSKI, W.; LI, K.; LIPOWSKI, M. Changes of Mood and Cognitive Performance before and after a 100 km Nighttime Ultramarathon Run. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, vol. 17, no. 22, p. 8400, Nov. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228400>.

KYRÖLÄINEN, H.; PIHLAINEN, K.; VAARA, J. P.; OJANEN, T.; SANTTILA, M. Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, vol. 21, no. 11, p. 1131–1138, Nov. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.019>.

LIU, S.; YU, Q.; LI, Z.; CUNHA, P. M.; ZHANG, Y.; KONG, Z.; LIN, W.; CHEN, S.; CAI, Y. Effects of Acute and Chronic Exercises on Executive Function in Children and Adolescents: A Systemic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Psychology**, vol. 11, p. 554915, 17 Dec. 2020. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.554915>.

MARTIN, K. The Soldiers brain. **Journal of Science and Medicine in Sport**, vol. 20, p. S53, 1 Nov. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.490>.

MARTIN, K.; PÉRIARD, J.; RATTRAY, B.; PYNE, D. B. Physiological Factors Which Influence Cognitive Performance in Military Personnel. **Human Factors**, vol. 62, no. 1, p. 93–123, Feb. 2020. <https://doi.org/10.1177/0018720819841757>.

NORMAN, J. E.; RUTKOWSKY, J.; BODINE, S.; RUTLEDGE, J. C. The Potential Mechanisms of Exercise-induced Cognitive Protection: A Literature Review. **Current Pharmaceutical Design**, vol. 24, no. 17, p. 1827–1831, 11 Sep. 2018. <https://doi.org/10.2174/1381612824666180406105149>.

PERROTTA, A. S.; JEKLIN, A. T.; BREDIN, S. S. D.; SHELLINGTON, E. M.; KAUFMAN, K. L.; DE FAYE, A.; MILES, R. M.; WARBURTON, D. E. R. Effect of an Ultra-Endurance Event on Cardiovascular Function and Cognitive Performance in Marathon Runners. **Frontiers in Physiology**, vol. 13, p. 838704, 20 Apr. 2022. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.838704>.

SAINI, R.; SRIVASTAVA, K.; AGRAWAL, S.; DAS, R. C. Cognitive deficits due to thermal stress: An exploratory study on soldiers in deserts. **Medical Journal, Armed**

Forces India, vol. 73, no. 4, p. 370–374, Oct. 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2017.07.011>.

SMITH, K. J.; AINSLIE, P. N. Regulation of cerebral blood flow and metabolism during exercise. **Experimental Physiology**, vol. 102, no. 11, p. 1356–1371, Nov. 2017.
<https://doi.org/10.1113/EP086249>.

STONE, B. L.; BENEDA-BENDER, M.; MCCOLLUM, D. L.; SUN, J.; SHELLEY, J. H.; ASHLEY, J. D.; FUENZALIDA, E.; KELLAWAN, J. M. Understanding cognitive performance during exercise in Reserve Officers' Training Corps: establishing the executive function-exercise intensity relationship. **Journal of Applied Physiology**, vol. 129, no. 4, p. 846–854, 1 Oct. 2020. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00483.2020>.

VRIJKOTTE, S.; ROELANDS, B.; MEEUSEN, R.; PATTYN, N. Sustained Military Operations and Cognitive Performance. **Aerospace Medicine and Human Performance**, vol. 87, no. 8, p. 718–727, Aug. 2016.
<https://doi.org/10.3357/AMHP.4468.2016>.

WILSON, K.; HEAD, J.; HELTON, W. S. Friendly Fire in a Simulated Firearms Task. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, vol. 57, no. 1, p. 1244–1248, Sep. 2013. <https://doi.org/10.1177/1541931213571276>.