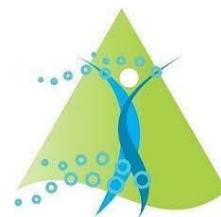




**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**



VINÍCIUS JORDÃO SILVA

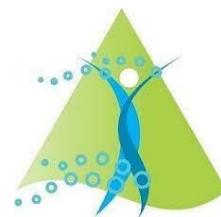
**EFEITOS DA FADIGA MENTAL EM PRATICANTES DE PROGRAMAS DE
CONDICIONAMENTO EXTREMO: UMA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO
ESFORÇO E DA PERFORMANCE ESPORTIVA**

UBERABA

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**



VINÍCIUS JORDÃO SILVA

**EFEITOS DA FADIGA MENTAL EM PRATICANTES DE PROGRAMAS DE
CONDICIONAMENTO EXTREMO: UMA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO
ESFORÇO E DA PERFORMANCE ESPORTIVA**

Exame de Defesa de Dissertação
apresentado ao Programa de Pós-graduação
em Fisioterapia, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Dornival Bertonecello.

**UBERABA
2022**

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S584e Silva, Vinícius Jordão
Efeitos da fadiga mental em praticantes de programas de
condicionamento extremo: uma análise da percepção do esforço e
da performance esportiva / Vinícius Jordão Silva. -- 2022.
22 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) -- Universidade
Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2022
Orientador: Prof. Dr. Dernival Bertoncello

1. Condicionamento físico humano. 2. Fadiga mental. 3. Exercício físico. I. Bertoncello, Dernival. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 612.766.1

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 <i>Programa de condicionamento extremo</i>	5
1.2 <i>Fadiga mental e sua análise</i>	6
1.3 <i>Percepção subjetiva de esforço</i>	6
2. JUSTIFICATIVA	7
3. HIPÓTESES	7
4. OBJETIVOS	7
4.1 <i>Objetivo geral</i>	7
4.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
4.3 <i>Delineamento da pesquisa</i>	7
5. ARTIGO ELABORADO	8
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
7. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

1.1 Programa de Condicionamento Extremo (PCE)

Existe grande interesse de pesquisadores e da população em atividades físicas de alta intensidade (GILLEN, 2013). O treinamento de alta intensidade promove mais benefícios na aptidão física e na saúde com menor tempo de treinamento, quando comparado aos outros programas tradicionais (SHELLY et al, 2014). Segundo Boutcher (2011), o treinamento intervalado de alta intensidade ganhou atenção quando indicado para melhorar, em pouco tempo, a composição corporal e o desempenho cardiorrespiratório de diversos grupos de pessoas, como obesos, por exemplo.

As sessões de treinamento começam com exercícios de alongamentos e aquecimento, seguidos por uma combinação de exercícios de fortalecimento muscular ou habilidades específicas. Em seguida, é realizado o “treino do dia”, conhecido como WOD (*Workout of the day*). Os exercícios variam de levantamento de peso olímpico, agachamentos, arrebates, arremessos, exercícios aeróbicos em remo ergométrico, corrida em solo ou em esteira e ciclismo, além de movimentos de ginástica como apoios de mãos, tábuas, anéis e barras (GLASSMAN, 2007. MEYER et al., 2017).

O PCE é composto de exercícios físicos caracterizado pela execução de gestos funcionais variados (NETO et al., 2020. TAHARA et al., 2003). A rotina diária das pessoas acaba comprometendo suas vidas e a saúde em vários aspectos, principalmente as mulheres que tendem a ter múltiplas tarefas. Observa-se também hábitos alimentares inadequados e um alto nível de estresse, que favorecem a incidência de doenças cardiovasculares e outras enfermidades (SANTOS et al., 2013).

Para os praticantes desse tipo de condicionamento, sempre há sinais e sintomas que indicam o processo de fadiga física geral e fadiga localizada. A fadiga tem sido frequentemente descrita como um processo fisiológico dependente da duração do exercício que engloba numerosos fatores centrais e periféricos (SAHLIN et al., 1992). A fadiga muscular funciona como processo de defesa do organismo na tentativa de impedir que as reservas de energia do corpo se esgotem, podendo ser caracterizada pela redução dos níveis de força, durante ou após um exercício físico (ASCENSÃO et al., 2003; WILMORE et al., 2010). Por outro lado, abordagens mais

integrativas sobre os efeitos da fadiga, principalmente no nível mental, ainda não são bem estabelecidas para essa modalidade esportiva.

1.2 Fadiga mental e sua análise

A fadiga mental refere-se ao efeito durante ou após prolongadas atividades cognitivas (BOKSEM, 2015). Ela é um estado biopsicológico que pode afetar tanto na diminuição de desempenho de atividades quanto no estado de alerta dos indivíduos. Nesse sentido, é muito comum que na vida cotidiana, as pessoas sofram com a fadiga mental devido às altas jornadas de trabalho, por exemplo.

Em 1891, Angelo Mosso relatou em seu livro a redução de resistência muscular, em dois colegas professores de fisiologia após longas palestras e exames verbais, resultante dos efeitos ocasionados pela fadiga mental. No entanto, foi somente quase um século depois que Marcora, Staiano & Manning (1985) conduziram estudos experimentais pioneiros para investigar as consequências da fadiga mental no desempenho físico, elaborando assim um protocolo para mensurar seus efeitos (Marcora, Staiano e Manning, 2022).

Recentemente, Brahms e colaboradores (2022) fizeram uma meta-análise que revelou efeitos significativos, apesar de mínimos, da realização de uma tarefa cognitiva prolongada no desempenho de equilíbrio subsequente em jovens adultos e idosos saudáveis, sendo o equilíbrio uma das variáveis importantes para a execução de um exercício físico como aqueles executados no PCE (Brahms *et al.*, 2022). Giboin e colaboradores (2019) relataram efeitos médios relacionados a depleção subsequente no desempenho de resistência física induzidos pela fadiga mental e, que esses efeitos também são independentes do tempo de execução da tarefa cognitiva (Giboin e Wolff, 2019). Em contrapartida, Holgado e colaboradores (2020) descreveram que não há evidências conclusivas de que a fadiga mental, de fato, tem uma influência negativa no desempenho do exercício ou na percepção de esforço (Holgado *et al.*, 2020). A fadiga mental e a percepção de esforço estão intimamente atreladas, uma vez que ambos podem conduzir a declínios subsequentes no desempenho físico.

1.3 Percepção subjetiva de esforço

A percepção subjetiva de esforço (PSE) tem sido entendida como um fenômeno psicofisiológico e, deste modo, abordada sob o contexto “corpo-mente” (MOREIRA et

al., 2010). O estudo da PSE ou esforço percebido teve seu início por volta de 1950, tendo como pioneiro o pesquisador sueco Gunnar Borg. Entre os principais pesquisadores, além de Borg, podemos citar Robertson, Pandolf, Noble, Morgan e Cafarelli como sendo os de maior contribuição científica até metade da década de 90 (NOBLE et al, 1996).

O controle da intensidade de esforço em trabalhos de exercitação corporal sempre foi uma preocupação dos profissionais da área de Educação Física e a busca de programas confiáveis para prescrição e monitoramento de cargas de treino, com baixo custo e fácil aplicabilidade (REIS et al., 2003). Pandolf (1982) acredita que, o processamento do esforço percebido decorre da interação de múltiplos sinais aferentes, oriundos dos sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular.

Os processamentos de vários sinais sensoriais relacionados à performance física individual permitem uma percepção geral de sinais de esforço e de sensações mais específicas como diminuição do ritmo respiratório, esforço muscular e dor articular, sendo a percepção de esforço uma mistura de sensações (O'SULLIVAN, 1984). Segundo este modelo, a PSE seria gerada a partir da interpretação de estímulos sensoriais, por meio do mecanismo de retroalimentação (do inglês *feedback*) (NAKAMURA et al., 2014).

2. JUSTIFICATIVA

A fadiga mental pode interferir em fatores psicobiológicos, como na percepção de esforço e na performance, mas ainda é desconhecido como os praticantes de programas de condicionamento extremo são afetados. Nesse contexto, o presente estudo propõe-se em preencher lacunas pertinente a essa prática que vem ganhando cada vez mais adeptos, uma vez que a compreensão mais ampla e integrada sobre a temática será benéfica tanto na pesquisa teórica quanto na prática, sendo que possibilita a manipulação e otimização da performance e, conseqüentemente, no resultado esperado com a prática da modalidade esportiva. O presente trabalho propõe discussão sobre um dos motivos da necessidade de ser ter um programa de treinamento individualizado. A importância do estudo é para o praticante de PCE, a fim de que se tenha melhor percepção sobre sua performance na prática esportiva. Também para o treinador, a fim de nortear a elaboração de programa de treinamento. Para a comunidade científica, haverá subsídios para as pesquisas que relacionam a fadiga mental com o desempenho esportivo.

3. HIPÓTESES

A hipótese nula é que não há interferência da fadiga mental para o desempenho de praticantes de PCE. A hipótese alternativa é que a fadiga mental pode prejudicar o desempenho dos atletas e alterar sua percepção de esforço.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho foi investigar os efeitos da fadiga mental e a relação da satisfação do atleta com o desempenho físico na modalidade de *Crossfit®*.

4.2 Objetivos específicos

- Mensurar a percepção subjetiva de esforço após aplicação de protocolo de fadiga mental;
- Mensurar o desempenho em uma sessão de condicionamento extremo após aplicação de protocolo de fadiga mental

4.3 Delineamento da pesquisa

Tratou-se de um estudo experimental, transversal, randomizado controlado. Para o alcance do objetivo, alguns testes foram realizados, além das coletas gerais de dados dos voluntários. O trabalho foi direcionado para a escrita de um artigo, apresentado a seguir.

5. ARTIGO ELABORADO

Protocolo de Fadiga Mental Diminui o Desempenho em Exercício do Programa de Condicionamento Extremo

**VINÍCIUS JORDÃO SILVA
DERNIVAL BERTONCELLO**

Resumo

A fadiga mental aumenta a fadiga subjetiva e reduz a capacidade cognitiva, mas seus efeitos sobre o desempenho esportivo e percepção de esforço ainda não são bem estabelecidos para alguns esportes. Por esse motivo, o presente estudo buscou

avaliar como a fadiga mental pode afetar tanto a percepção do esforço quanto o desempenho de 25 praticantes de programas de condicionamento extremo (PCE). Para isso, foi realizado um estudo transversal de caráter experimental randomizado, com praticantes de PCE, os quais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, Grupo *Stroop* e Grupo Neutro, sendo que o primeiro grupo foi submetido ao estresse mental pela aplicação do *Stroop Test Color*, junto a um teste aritmético de raciocínio. O presente estudo demonstrou que, em apenas uma sessão, constatou-se o aumento na percepção de esforço onde o Grupo Neutro apresentou $14,1 \pm 1,9$ e o Grupo *Stroop* $16 \pm 1,3$ e, conseqüentemente, um aumento no intervalo de tempo para concluir os exercícios, prejudicando assim, a performance do esportista.

Palavras-chave: Condicionamento físico humano; Fadiga mental; Exercício físico.

Introdução

Ao considerar a fadiga em sentido amplo, pode-se descrevê-la como a sensação, por meio de sinais e/ou sintomas, de fraqueza, dor muscular, cansaço geral, diminuição do desempenho durante atividades físicas e cognitivas gerais. As reações corporais frente aos processos de fadiga são diferenciadas em função do biotipo, do tipo de treinamento, do aporte energético, de possíveis lesões prévias e, portanto, o indivíduo pode apresentar indicativos locais ou generalizados (Gazzoni, Botter e Vieira, 2017). É importante ressaltar a inter-relação entre os aspectos físicos e mentais. Assim, o esportista pode estar com boa aptidão física mas ter influência da fadiga mental, que pode ser definida como um estado biopsicológico que ocorre após um período prolongado de atividades regulares, que levam à um decréscimo da performance de outras tarefas ao longo do tempo (Holtzer, 2010), ou também, como um declínio na performance física durante ou após atividades cognitivas (Ackerman, 2011), sendo conceito estudado em diversas disciplinas, tendo aplicações na área da educação, indústria e nos esportes, devido à sua natureza complexa e amplo impacto na produtividade das pessoas identificadas com essa condição (Smith; Chai; Nguyen; Marcora; Coutts, 2019).

No que se refere aos praticantes de esportes, duas principais teorias foram desenvolvidas para tentar compreender as razões pelas quais atividades mentais e físicas, são capazes de reduzir a performance: a primeira, trata da fadiga muscular propriamente dita, quando o comprometimento da força muscular máxima (de pico)

está relacionado com processos bioquímicos nos miócitos que impedem a produção máxima de potência, mesmo que a tarefa ainda possa ser executada (Bishop, 2012; Gazzoni, Botter e Vieira, 2017; Wan *et al.*, 2017); e a segunda trata da percepção sensorial e da função sinérgica do sistema nervoso central com a musculatura esquelética, já que a partir do início de uma atividade que extrapole as capacidades de um grupamento muscular, o sistema nervoso começa a acionar fibras musculares adicionais capazes agir de maneira sinérgica ao movimento, o que também pode ocasionar fadiga na medida em que o componente nervoso também começa a atingir seus limites físicos (Knicker, 2011; Cutsem *et al.*, 2017; Meeusen, Cutsem e Roelands, 2020; Pageaux e Lepers, 2018). Porém, ainda existem debates sobre a sua relevância da fadiga mental, mais especificamente no mundo dos atletas de alto rendimento, já que os estudos atuais tendem a comparar pessoas sedentárias à outras já bem treinadas, o que pode enviesar os resultados, dificultando a associação entre fadiga mental e desempenho (Walter *et al.*, 2018). Para Russell e colaboradores (2019), a fadiga mental além de afetar negativamente o desempenho físico, pode também afetar negativamente a técnica, a tomada de decisão e a execução tática e de habilidade em esportes de alta performance, como o futebol e tênis de mesa (Mansec, Le *et al.*, 2018; Russell *et al.*, 2019; Smith *et al.*, 2016). No entanto, na literatura ainda há controvérsias sobre os efeitos negativos na performance de atletas induzidos pela fadiga mental (Brown *et al.*, 2021; Holgado *et al.*, 2020).

Com o aumento no número de pessoas interessadas na prática regular de exercícios físicos, a difusão de informações e imagens a respeito de saúde, corpo e autoconhecimento, a busca por novos esportes, como o Programa de Condicionamento Extremo (PCE) vem crescendo rapidamente no mundo e no Brasil, fazendo desta uma das modalidades esportivas recentes mais conhecidas e procuradas (Farah, 2019). Com a popularização da modalidade esportiva, faz-se necessária a melhor compreensão de fatores que podem afetar na sua prática. Dentre esses fatores, a avaliação do impacto da fadiga mental é preponderante, uma vez que pode estar associada ao estresse cotidiano do trabalho (Boskem, 2008). Como a fadiga mental afeta os praticantes de PCE, ainda não é bem estabelecido e a visão integrada dessa modalidade pode contribuir não só para o desenvolvimento da pesquisa nessa área, mas também à nível prático, proporcionando a manipulação e otimização da performance de seus praticantes e, conseqüentemente, nos resultados esperados por eles.

O objetivo do trabalho foi avaliar a percepção subjetiva de esforço e o desempenho esportivo de pessoas praticantes de PCE após aplicação de protocolo de fadiga mental, tendo hipótese alternativa a premissa de que a fadiga mental pode prejudicar o desempenho dos atletas e alterar sua percepção de esforço.

Metodologia

Amostra

Foi realizado um estudo transversal de caráter experimental randomizado, com praticantes de PCE. Todos os procedimentos foram aprovados previamente pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, por meio do parecer 4.285.963/2020. A natureza do estudo e seus objetivos foram cuidadosamente explicados para todos os voluntários, que posteriormente assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido indicando o livre arbítrio em participar da pesquisa.

Foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, com no mínimo 18 anos, saudáveis, praticantes de PCE há no mínimo três meses e com treinamentos regulares em seus boxes, além de condições físicas para realização das avaliações. Como critério de não inclusão foi não estarem inserido em outras modalidades de treinamentos físicos. O critério de exclusão, que seria o não término completo da avaliação, não foi utilizado.

A divulgação para a pesquisa foi realizada em redes sociais e em boxes credenciados na marca *Crossfit®* do município de Uberlândia.

Após a definição da amostra, os voluntários passaram pela avaliação inicial e, a seguir, foram randomizados em dois grupos:

- **Grupo Stroop:** indivíduos submetidos ao teste de estresse mental *Stroop Test Color*,

- **Grupo Neutro:** indivíduos aos quais foi apresentado um vídeo neutro.

A randomização ocorreu com a inserção dos nomes de todos os voluntários em um envelope. A seguir, um pesquisador não participante das avaliações realizou a retirada dos nomes e inseriu, de forma intercalada, em outros dois envelopes denominados Grupo *Stroop* e Grupo Neutro.

Procedimentos

Para comparação entre os grupos, as avaliações de desempenho e a percepção subjetiva de esforço foram verificadas antes e após o protocolo estabelecido. Todas as avaliações ocorreram em uma sala neutra anexa a um boxe de treinamento. O local para avaliação de cada grupo, bem como o local para o desempenho esportivo, apresentava boa iluminação e estrutura. Dois pesquisadores devidamente treinados realizaram todas as coletas necessárias à avaliação.

A sequência das avaliações ocorreu da seguinte forma:

– **Grupo Stroop:** Indivíduo preencheu a anamnese e o termo de consentimento.

A seguir, foi questionado sobre seu humor naquele exato momento através da escala de EVA e submetido ao teste de estresse (*Stroop Color and Word test*), com duração de 3 minutos realizado no computador, e na sequência, também foi submetido ao Teste aritmético, no qual ele precisava subtrair 1022 de 13 com o objetivo de chegar ao 0 em 5 minutos sem utilizar nenhuma calculadora. Ao fim foi apresentado novamente a escala de EVA para avaliar seu humor naquele momento.

Com o estresse "induzido" o voluntário realizou o sistema de referência (do inglês *benchmark*) chamado *ANGIE* adaptado, da marca Crossfit® contrarrelógio onde precisava realizar na seguinte sequência: 50 repetições de *Pull-up*, 50 repetições de *Push-up*, 50 repetições de *Sit-up* e 50 repetições de *Squat*. Os tempos foram anotados ao fim da série completa.

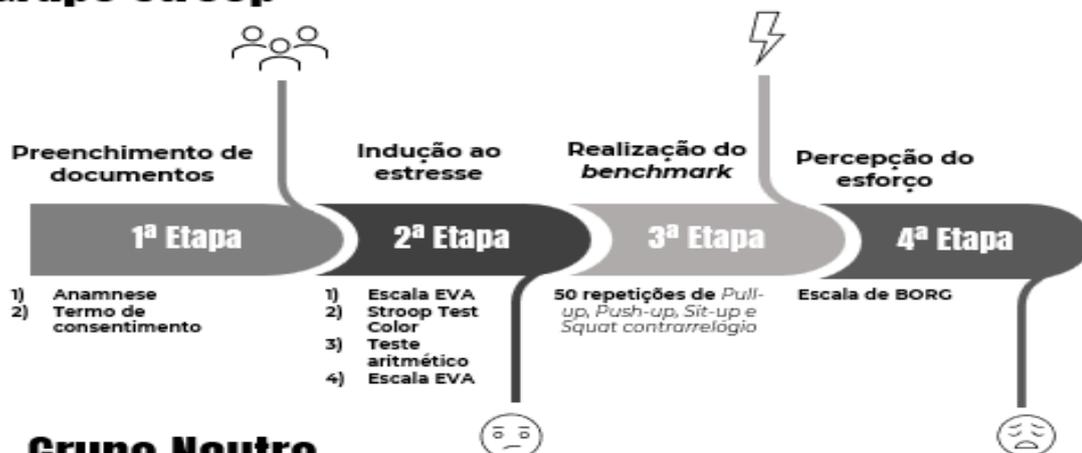
Por último, foi coletado ao fim do *benchmark* a percepção de esforço com a escala de BORG.

– **Grupo Neutro:** Indivíduo preencheu a anamnese e o termo de consentimento.

Após responder todos os termos o indivíduo foi questionado sobre seu humor naquele exato momento através da escala de EVA e submetido a assistir um vídeo neutro sobre a história da aviação com duração aproximada de 10 minutos (<https://www.youtube.com/watch?v=tDTdqWH-2VA>). Ao fim, foi apresentado novamente a escala de EVA para avaliar seu humor naquele momento.

Com o estresse "induzido" o voluntário realizou o *benchmark ANGIE* da marca Crossfit® contrarrelógio onde precisava realizar 50 repetições de *Pull-up*, 50 repetições de *Push-up*, 50 repetições de *Sit-up* e 50 repetições de *Squat* (Cooper *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2020). Os tempos foram anotados ao fim de cada exercício e ao fim da série completa.

Grupo Stroop



Grupo Neutro

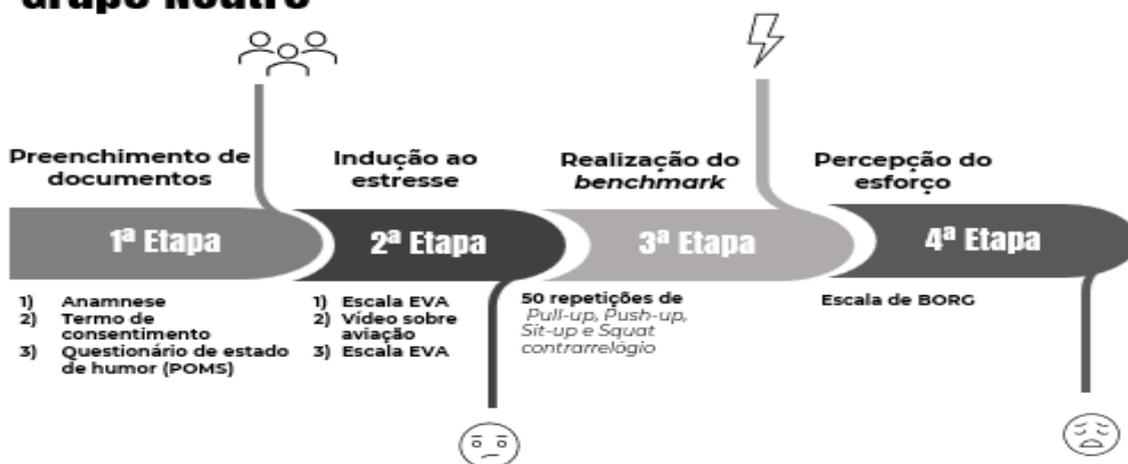


Figura 1. Linha do tempo da sequência de intervenções para ambos os grupos.

Fonte: O autor.

Análise dos resultados

Os resultados foram inicialmente descritos por cada grupo e apresentados em média e desvio padrão. Foi aplicado o teste Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. O teste de Mann-Whitney foi aplicado para as variáveis não normais (frequência de treino e tempo de treino). Para a comparação entre as variáveis intragrupo e intergrupo, foi utilizado o teste T pareado, para as dependentes, quando apresentados resultados normais. Para todas as análises, foi considerado valor de $p < 0.05$.

Resultados

Participaram do estudo 25 voluntários, sendo 13 homens e 12 mulheres (Tabela 1). Não houve diferenças significativas entre os grupos para as variáveis que os caracterizam. O mesmo ocorreu em relação ao tempo total de prática do esporte.

Tabela 1. Caracterização dos voluntários (Média±DP)

	Grupo Neutro (n = 12)	Grupo Stroop (n = 13)
Idade (anos)	29,8±5,3	28,9±4,9
Estatura (cm)	168±0,1	172±0,1
Massa corporal (kg)	69,8±16,1	74,0±12,5
Tempo de prática (anos)	2,9±1,4	3,4±1,8
Frequência de treino semanal (dias)	5,2±0,6	5,5±0,5

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para as variáveis relacionadas à percepção subjetiva de esforço. Não houve diferenças significativas entre os grupos para EVA antes da intervenção, o que indicou a homogeneidade da amostra. Quando se comparou os resultados intragrupo, verificou-se que não houve diferença significativa para EVA do Grupo Neutro comparando Antes x Depois. Ao contrário do que foi encontrado para o Grupo *Stroop*, em que foi houve diferença significativa para EVA ao comparar Antes x Depois.

Tabela 2. Variações na percepção subjetiva de esforço dos voluntários e desempenho na execução do Squat (Média±DP)

	Grupo Neutro	Grupo Stroop	Valor de p intergrupos
EVA inicial	3,2±1,8	2,6±1,2	0,4030
EVA final	2,8±1,7	6,2±2,4	0,0014
	p=0,6314*	p=0,0005*	
BORG	14,1±1,9	16±1,3	0,0169
Tempo de execução do <i>BENCHMARK</i> (s)	552,7±81,2	660,3±195,9	0,0381

*comparação intragrupo (inicial x final) para EVA.

Conforme verificado pela Tabela 2, houve diferença significativa para BORG com valores mais elevados para Grupo *Stroop* comparado ao Grupo Neutro. Em relação ao desempenho para execução do exercício *Squat*, houve diferença significativa para o tempo total de *Squat*, com maior tempo para o Grupo *Stroop* comparado ao Grupo Neutro.

Discussão

O objetivo principal do presente estudo foi determinar se a fadiga mental, induzida por 3 minutos de Stroop Test Color e 5 minutos do Teste Aritmético, seguido pela execução do *benchmark* (ANGIE) de 50 repetições do exercício *Pull-up*, *Push-up*, *Sit-up* e *Squat* contrarrelógio eram capazes de alterar a performance dos praticantes de *Crossfit*®. Os resultados confirmaram a hipótese alternativa, de que a fadiga mental aumentou de forma significativa a percepção de esforço dos voluntários do grupo que teve a intervenção com o protocolo *Stroop*, o que não ocorreu com o grupo que realizou a atividade cognitivamente neutra (vídeo sobre história da aviação). Um dado que corrobora para a boa randomização dos participantes dos grupos envolvidos é a que a EVA aplicada antes da aplicação dos testes de estresse mental não apresentou diferença significativa, que foi verificada apenas após a aplicação do programa proposto, indicando um forte efeito negativo da fadiga mental na performance dos participantes do *benchmark*.

Este resultado vem ao encontro do identificado por Walter et al. (2018) que identificaram piora da performance de praticantes de caiaque, após aplicação de testes mentais geradores de estresse psicológico (Stroop Test Color), quando comparados com um grupo que realizou atividades cognitivamente neutras. Outros estudos compararam os efeitos da fadiga mental em outras atividades como corrida, natação e caiaque, que observaram redução de 2%, 5% e 1,2%, respectivamente, nos tempos obtidos pelos participantes comparados com um grupo controle que não fora submetido à estresse cognitivo, reforçando ainda mais a hipótese de que o componente psíquico tem impacto importante na execução de tarefas em praticantes de esportes (MacMahon, 2014; Pageaux, 2014; Penna, 2018).

O *Stroop Color and Word test* é um teste neuropsicológico que tem suas origens na psicologia experimental (Jensen e Rohwer, 1966). O teste tem por finalidade a

avaliação da capacidade de inibir a interferência cognitiva ocorrida quando o processamento de um recurso de estímulo afeta o processamento simultâneo de outro atributo do mesmo estímulo, isto é, os participantes submetidos ao teste são obrigados a realizar uma tarefa menos automatizada, como por exemplo nomear cor da tinta, enquanto inibe a interferência decorrente de uma tarefa mais automatizada, como ler uma revista (Scarpina e Tagini, 2017; Stroop, 1935).

Em trabalhos que puderam avaliar a resposta fisiológica dos indivíduos durante a realização das atividades após um período de fadiga mental identificaram variações de valores bioquímicos e fisiológicos do organismo frente ao estresse. Segundo Pageaux & Lepers (2018) a fadiga mental prejudica o desempenho de resistência, habilidades motoras e de tomada de decisão, porém ressaltam ainda que a força não é afetada na sua presença. Marcora, Staiano & Manning (1985) fornecem evidências experimentais desse fato, uma vez que conclui em que a fadiga mental limita a tolerância ao exercício em humanos por meio de uma maior percepção de esforço, em vez de mecanismos cardiorrespiratórios e musculoenérgicos. De acordo com Meeusen, Cutsem & Roelands (2020) ao passo que o sistema neurotransmissor noradrenérgico acelera a fadiga central durante o exercício prolongado há uma aceleração na classificação do esforço percebido com alterações em neurotransmissores relacionados a dopamina e adenosina, em várias regiões do cérebro, como o córtex pré-frontal e o córtex cingulado anterior.

Em jovens praticantes de esportes de alta performance, a frequência cardíaca durante as atividades físicas não aumentou de acordo com o esperado, provocando redução da perfusão de órgãos nobres e precipitando a falha (Walter, 2018). Em outros trabalhos, o lactato sérico proveu uma tendência semelhante, pois nos atletas dos grupos controle, houve uma maior produção de lactato, possivelmente associado ao maior gasto energético despendido durante a atividade física, o que evidenciou maior atividade metabólica e capacidade de realização de trabalho por este grupo (Marcora, 2014).

O estresse físico e mental pode interferir nos sistemas fisiológicos e, em alguns casos, gerar lesões e incapacidade de treinamento aos esportistas. Um estudo recente procurou verificar a prevalência de lesões em praticantes de *Croosfit®*, por meio da aplicação do Questionário de Prontidão para o Esporte com Foco nas Lesões Musculoesqueléticas (MIRQ). Foram avaliados 368 praticantes da modalidade e foi encontrada taxa de lesão de 48,91% com prevalência na cintura escapular, coluna

lombar e joelhos. A associação realizada é com o tempo de treinamento e com o excesso de carga às articulações (Ribeiro Neto, Magalhães, Bertocello, 2022). Um estudo anterior realizado por Barbosa e Viana (2019) aplicou o questionário *Profile Of Mood States* (POMS) aos praticantes de *Crossfit®*, antes e após 8 semanas de prática, e comparou com praticantes de outras modalidades. Eles verificaram aumento significativo no estado de depressão. Ressalta-se o número reduzido de indivíduos avaliados (Barbosa e Viana, 2019). O nosso estudo procura iniciar o preenchimento de uma lacuna existente na literatura a fim de direcionar os estudos para entender os processos físicos e mentais existentes nos PCE. Os resultados indicam a necessidade de se conhecer mais os indivíduos praticantes da modalidade, conhecimento importante para os professores instrutores a fim de delinear o treinamento e direcionar o esportista para um treinamento progressivo, principalmente os iniciantes.

Como exemplo disso, temos um estudo que avaliou a diferença da repercussão da fadiga mental entre ciclistas amadores e profissionais, em que foi possível concluir que ciclistas profissionais resistiram mais à fadiga mental que os amadores após um estímulo cognitivo de 30 minutos que induziu a fadiga mental em ambos os grupos (Martin *et al*, 2016), o que levantou a hipótese de que os profissionais teriam um maior controle da fadiga mental, que poderia ser tanto herdado geneticamente em sua origem e fortalecido com anos de treino posteriormente (Walter *et al*, 2018).

O Programa de Condicionamento Extremo, conforme objetivo da modalidade, exige que o esportista desempenhe ações físicas e mentais, uma vez que necessita força, potência e flexibilidade articular, além de agilidade. Também é necessário gerenciar o tempo e as quantidades de repetições em cada exercício, a fim de cumprir a meta imposta para o treino do dia (WOD). A competição entre os atletas muitas vezes não se sobrepõe à competição interna, ou seja, o indivíduo procura se superar a cada dia. Portanto, qualquer interferência durante o treino poderia interferir no desempenho. Uma vez que este trabalho identifica baixa no desempenho do exercício após protocolo de estresse mental, tem-se a perspectiva para estudos que possam responder às outras perguntas inerentes ao tema. Seria importante verificar o desempenho desses esportistas em mais de uma única sessão de treinamento, para se avaliar além do efeito imediato, uma limitação desse estudo, a fim de corroborar ainda mais os valores obtidos para desempenho e a percepção subjetiva de esforço.

Conclusão

O protocolo de fadiga mental em uma única sessão tem efeito imediato para aumentar a percepção de esforço e o tempo para realização do exercício, dificultando o desempenho do esportista.

Referências

BARBOSA, G. A. DE L.; VIANA, R. B. Transtornos de humor em praticantes de CrossFit®. **Revista Movimenta**, v. 12, n. 3, p. 281–291, 2019.

BRAHMS, M. *et al.* The acute effects of mental fatigue on balance performance in healthy young and older adults – A systematic review and meta-analysis. **Acta Psychologica**, v. 225, n. January, 2022.

BROWN, D. M. Y. *et al.* Investigating the effects of mental fatigue on resistance exercise performance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 13, 2021.

COOPER, C. N. *et al.* Effects of lower-body muscular fatigue on vertical jump and balance performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1–8, 2018.

CUTSEM, J. VAN *et al.* The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance : A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1569–1588, 2017.

GAZZONI, M.; BOTTER, A.; VIEIRA, T. Surface EMG and muscle fatigue : multi-channel approaches to the study of myoelectric manifestations of muscle fatigue
Surface EMG and muscle fatigue : multi-channel approaches to the study of myoelectric manifestations of muscle fatigue. **Physiological Measurement**, v. 38, n. R.27, p. 26–60, 2017.

HOLGADO, D. *et al.* Mental fatigue might be not so bad for exercise performance after all: A systematic review and bias-sensitive meta-analysis. **Journal of Cognition**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2020.

JENSEN, A. R.; ROHWER, W. D. The stroop color-word test: A review. **Acta**

Psychologica, v. 25, n. C, p. 36–93, 1966.

MANSEC, Y. LE *et al.* Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 23, p. 2751–2759, 2018.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. p. 857–864, 2022.

MEEUSEN, R.; CUTSEM, J. VAN; ROELANDS, B. Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. **Experimental Physiology**, v. 106, n. 12, p. 2294–2298, 2020.

PAGEAUX, B.; LEPERS, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. **Sport and the Brain: The Science of Preparing, Enduring and Winning, Part C**, v. 240, p. 1–25, 2018.

RUSSELL, S. *et al.* The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 6, p. 723–728, 2019.

SCARPINA, F.; TAGINI, S. The stroop color and word test. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. APR, p. 1–8, 2017.

SMITH, M. R. *et al.* Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–276, 2016.

STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, v. 18, n. 6, p. 643–662, 1935.

WAN, J. *et al.* Muscle fatigue : general understanding and treatment. v. 49, n. 10, p. e384-11, 2017.

ZHAO, L. *et al.* Wrestling performance prediction based on improved RBF neural network Wrestling performance prediction based on improved RBF neural network. **Journal of Physics:Conference Series**, v. 1629, n. 012012, p. 1–6, 2020.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, o projeto foi interrompido e muitas vezes paralisado visto que toda intervenção do trabalho era feita de forma presencial e contava com a ajuda de boxes parceiros, ou seja, quando se existia medidas restritas de abertura dos estabelecimentos na cidade de Uberlândia, o projeto sofria interferência.

Além disso, o projeto sofreu alterações devido a oscilação desse mesmo restringimento. Embora houve alterações, especialmente no cronograma de delineamento da dissertação, o objetivo central foi alcançado.

De modo geral o objetivo do trabalho foi alcançado, visto que a percepção de esforço sofreu alterações nos praticantes de PCE após a intervenção de estresse mental. Vale ressaltar que esse estresse pode provocar um declínio no rendimento desses praticantes, por isso a relevância do trabalho.

7. REFERÊNCIAS

ACKERMAN, Phillip L. Cognitive fatigue: Multidisciplinary perspectives on current research and future applications. **American Psychological Association**, 2011.

MOSSO A. Fatigue. London: **Allen & Unwin Ltda.**; 1915.

BARBOSA, G. A. DE L.; VIANA, R. B. Transtornos de humor em praticantes de CrossFit®. **Revista Movimenta**, v. 12, n. 3, p. 281–291, 2019.

BISHOP, David J. Fatigue during intermittent-sprint exercise. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 39, n. 9, p. 836-841, 2012.

BOKSEM, Maarten AS; TOPS, Mattie. Mental fatigue: costs and benefits. **Brain research reviews**, v. 59, n. 1, p. 125-139, 2008.

BOKSEM, Maarten. AS; MEIJMAN, T F; & LORIST, M M. Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. **Cognitive Brain Research**, v.25, n.1, p.107–116, 2005. doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011

BRAHMS, M. *et al.* The acute effects of mental fatigue on balance performance in healthy young and older adults – A systematic review and meta-analysis. **Acta**

Psychologica, v. 225, n. January, 2022.

CLAUDINO, João Gustavo *et al.* CrossFit Overview: systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-14, 26 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>.

COOPER, C. N. *et al.* Effects of lower-body muscular fatigue on vertical jump and balance performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1–8, 2018.

CUTSEM, J. VAN *et al.* The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance : A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1569–1588, 2017.

FARAH, José Carlos. Cresce o número de pessoas que praticam atividade física. *In*: FARAH, José Carlos. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. JORNAL DA USP, 4 fev. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/cresce-o-numero-de-pessoas-que-praticam-atividade-fisica/>. Acesso em: 7 jan. 2021.

GAZZONI, M.; BOTTER, A.; VIEIRA, T. Surface EMG and muscle fatigue : multi-channel approaches to the study of myoelectric manifestations of muscle fatigue Surface EMG and muscle fatigue : multi-channel approaches to the study of myoelectric manifestations of muscle fatigue. **Physiological Measurement**, v. 38, n. R.27, p. 26–60, 2017.

GIBOIN, L. S.; WOLFF, W. The effect of ego depletion or mental fatigue on subsequent physical endurance performance: A meta-analysis. **Performance Enhancement and Health**, v. 7, n. 1–2, p. 100150, 2019.

HOLGADO, D. *et al.* Mental fatigue might be not so bad for exercise performance after all: A systematic review and bias-sensitive meta-analysis. **Journal of Cognition**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2020.

HOLTZER, Roe et al. Cognitive fatigue defined in the context of attention networks. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, v. 18, n. 1, p. 108-128, 2010.

JENSEN, A. R.; ROHWER, W. D. The stroop color-word test: A review. **Acta Psychologica**, v. 25, n. C, p. 36–93, 1966.

KNICKER, Axel J. et al. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. **Sports medicine**, v. 41, n. 4, p. 307-328, 2011.

- MACMAHON, Clare et al. Cognitive fatigue effects on physical performance during running. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 36, n. 4, p. 375-381, 2014.
- MARCORA, Samuele M.; STAIANO, Walter; MANNING, Victoria. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of applied physiology**, 2014.
- MARTIN, Kristy et al. Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. **PloS one**, v. 11, n. 7, p. e0159907, 2016.
- MEEUSEN, R.; CUTSEM, J. VAN; ROELANDS, B. Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. **Experimental Physiology**, v. 106, n. 12, p. 2294–2298, 2020.
- NETO, A. R.; MAGALHÃES, L. F.; BERTONCELLO, D. Readiness for sport : focus on musculoskeletal injuries. **Saúde e Pesquisa**. v. 15, n. 1, 2022.
- PAGEAUX, Benjamin et al. Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 5, p. 1095-1105, 2014.
- PAGEAUX, B.; LEPERS, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. **Sport and the Brain: The Science of Preparing, Enduring and Winning, Part C**, v. 240, p. 1–25, 2018.
- PENNA, Eduardo Macedo et al. Mental fatigue impairs physical performance in young swimmers. **Pediatric exercise science**, v. 30, n. 2, p. 208-215, 2018.
- SMITH, Mitchell R.; CHAI, Rifai; NGUYEN, Hung T.; MARCORA, Samuele M.; COUTTS, Aaron J. Comparing the Effects of Three Cognitive Tasks on Indicators of Mental Fatigue. **The Journal of Psychology**, [S.L.], v. 153, n. 8, p. 759-783, 12 jun. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00223980.2019.1611530>.
- SCARPINA, F.; TAGINI, S. The stroop color and word test. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. APR, p. 1–8, 2017.
- STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, v. 18, n. 6, p. 643–662, 1935.
- WALTER, S. et al. Kayaking performance is altered in mentally fatigued young elite athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2018.

WAN, J. *et al.* Muscle fatigue : general understanding and treatment. v. 49, n. 10, p. e384-11, 2017.

ZHAO, L. *et al.* Wrestling performance prediction based on improved RBF neural network Wrestling performance prediction based on improved RBF neural network. **Journal of Physics:Conference Series**, v. 1629, n. 012012, 2020.