

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFD**

**VANDRÉ DE CASTRO TÓFFOLI**

**EFEITO DO EXERCÍCIO AERÓBICO MODERADO E INGESTÃO DE  
CAFEÍNA SOBRE A FUNÇÃO COGNITIVA E DESTREZA MANUAL**

VITÓRIA  
2015

VANDRÉ DE CASTRO TÓFFOLI

**EFEITO DO EXERCÍCIO AERÓBICO MODERADO E INGESTÃO DE  
CAFEÍNA SOBRE A FUNÇÃO COGNITIVA E DESTREZA MANUAL**

Trabalho de conclusão de curso realizado no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Guimaraes Ferreira.

Co-orientador: Prof. Leonardo Carvalho Caldas.

VITÓRIA

2015

## SUMÁRIO

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2 METODOLOGIA .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>3 RESULTADOS.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>4 DISCUSSÃO.....</b>    | <b>13</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>    | <b>16</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS .....</b> | <b>17</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade física tem sido apontada como uma estratégia para a promoção da saúde, prevenção e controle de uma variedade de doenças cardiovasculares, metabólicas, psicológicas e cognitivas (ACSM, BUSSE, 2009; ACSM/AHA, 2007; ABBOTT et al, 2009; ANTUNES et al, 2006). O aumento da aptidão física e a redução dos fatores de risco cardiovascular tem sido associado com uma melhor função cognitiva, menor declínio cognitivo e melhora da saúde do cérebro em adultos mais velhos. (KIRK-SANCHEZ et al, 2014; WEUVE et al, 2004).

As funções cognitivas básicas mais afetadas com o envelhecimento são a atenção e a memória. A atenção é um processo cognitivo básico, mas complexo, e pode ser dividido em diferentes tipos como: atenção seletiva, atenção sustentada e atenção dividida ou atenção de comutação. A memória também apresenta suas divisões como a memória de trabalho e a memória de longo prazo. (GLISKY et al, 2007). Tanto a atenção seletiva como a memória de trabalho são importantes funções cognitivas que possuem implicações diretas em uma variedade de atividades da vida diária (ALVES et al, 2014).

Os déficits nesses fundamentais processos da cognição também afetam os mais altos níveis do processo cognitivo como a função executiva (GLISKY et al, 2007), sendo a função executiva de integração temporal desempenhada pelo córtex pré-frontal (MOURÃO, 2011).

Alguns estudos têm apontado para a relação entre atividade física e a função executiva. O estudo de Bixby et al (2007) encontrou uma correlação positiva entre o nível de aptidão física e o desempenho da função executiva realizado com um grupo de 120 idosos mais velhos de ambos os sexos. Em outro estudo, de Scherder et al (2005), 6 semanas de exercício leve realizado por idosos com comprometimento cognitivo leve resultou em melhora da função executiva após uma bateria de testes neuropsicológicos.

A função executiva também pode ser afetada pelo efeito agudo do exercício. O estudo de Alves et al (2012) encontrou que tanto o exercício de força ou aeróbico realizado por mulheres de meia idade melhorou o tempo para completar o teste de atenção seletiva (teste de *Stroop*) quando comparado com o grupo controle. Além disso, o efeito agudo do exercício tem sido demonstrado também em sujeitos mais jovens. O estudo de Yanagisawa et al (2010) utilizou jovens entre 19 e 24 anos que realizaram 15 minutos de exercício aeróbico moderado e encontrou uma melhora do desempenho cognitivo refletido pela melhora do tempo de reação com o teste de *Stroop*.

Embora o efeito agudo do exercício possa melhorar o desempenho da atenção seletiva e o controle inibitório no teste de *Stroop*, uma única sessão de exercício parece não afetar a memória de curto prazo (ALVES et al 2014; VASQUES et al 2011; NETZ, 2006). Por outro lado, pesquisas recentes mostram que a memória de curto prazo ou memória de trabalho associado a função executiva e a atenção parece ser modulada pelo efeito da administração aguda da cafeína (KOPPELSTAETTER et al 2008; KLAASSEN et al 2013; NEHLIG et al 2010).

A cafeína (1,3,7 trimetilxantina) é considerada pela Organização Mundial da Saúde como uma droga estimulante do sistema nervoso central (GUERRA et al, 2000). É considerada uma das drogas psicoativas mais largamente utilizadas no mundo devido seus efeitos positivos sobre a atenção, função psicomotora e a memória (KOPPELSTAETTER et al. 2010).

Os efeitos positivos da cafeína sobre a memória foram apresentados no estudo de Haller et al (2013), mostrando que a ingestão aguda de cafeína aumentou a ativação cerebral de áreas relacionadas a memória de trabalho e melhorou a conectividade funcional nível-dependente de oxigênio no sangue (dependente do nível de oxigenação sanguínea –BOLD). No estudo de Smillie et al (2010) a memória de trabalho apresentou uma melhora de desempenho após a ingestão de 200mg de cafeína em adultos com personalidade extrovertida.

Além da memória, a cafeína também parece influenciar o desempenho das funções cognitivas no teste de *Stroop*. Foreman et al (1989) mostraram que o desempenho no teste de *Stroop* foi prejudicado nos sujeitos que fizeram uso de uma maior dose de cafeína, cerca de 250mg (3,5mg/kg) em relação ao grupo que consumiu 125mg de cafeína (1,38mg/kg) e o grupo placebo. Por outro lado, Dixit et al (2012) encontraram uma redução do tempo de reação em três condições do teste de *Stroop*, após o consumo de 3mg/kg de cafeína e concluiu que a cafeína promoveu um processamento mais rápido de informações relevantes. A ingestão de 3mg/kg de cafeína também está associada com a melhora do desempenho funcional e destreza manual de adultos mais velhos (DUNCAN et al 2014).

Tomados em conjunto, tanto o exercício físico como a cafeína têm potencial para modular efeitos sobre funções motoras, como a destreza manual e funções cognitivas básicas como a atenção seletiva, memória de curto prazo e controle inibitório que integram a função executiva. Prejuízo dessas funções afetam as mais diversas atividades diárias. A melhor compreensão de como a cafeína e o exercício podem interagir para melhorar o desempenho dessas funções torna-se importante, uma vez que a cafeína é considerada uma das drogas psicoativas mais largamente utilizadas no mundo (DIXIT et al 2012) com efeito em diferentes funções cognitivas. Por sua vez, o exercício tem sido associado ao menor risco de prejuízos cognitivos como a demência, o Alzheimer e a depressão (LAURIN et al 2001; VASQUES et al 2011).

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do exercício moderado, da cafeína e a interação de ambos na função executiva e destreza motora avaliadas com os testes de *Stroop*, *DigitSpan* e *Pursuit Rotor Task*.

## 2 METODOLOGIA

### Participantes

Para a realização do estudo, foram selecionados 10 indivíduos adultos jovens (entre 18 e 30 anos), não sedentários (conforme avaliação realizada com o questionário IPAQ versão curta) de ambos os gêneros. Os voluntários não apresentavam doenças cardiovasculares, metabólicas ou ósteo-articulares. E ainda, não ingeriam mais de 200 mg de café por dia.

### Delineamento Experimental

Para a realização do presente estudo, foi utilizado um delineamento cruzado com controle duplo-cego. Para a avaliação da atenção seletiva e memória de curto prazo foram utilizados, respectivamente, os testes de Victoria Stroop e o *DigitSpan*. Para a avaliação da destreza manual, foi utilizado o *Pursuit Rotor Task*. Para tanto, foi utilizado software de livre acesso *Psychology Experiment Building Language* - PEBL (MULLER; PIPER, 2014).

Na primeira visita ao laboratório, os voluntários foram submetidos a uma sessão de familiarização, onde realizarão todos os testes na plataforma PEBL. Na segunda e terceira visitas, os voluntários fizeram a ingestão de solução contendo 3 mg.kg<sup>-1</sup> de cafeína diluídos em água aromatizada ou água aromatizada somente (placebo), de forma randomizada. 45 minutos após a ingestão, realizaram novamente a bateria de testes. Em seguida, realizaram 30 minutos de exercício em esteira ergométrica a uma intensidade de 60 a 70% da frequência cardíaca de reserva (FC<sub>res</sub>). Por fim, a bateria de testes foi novamente realizada 5 minutos após o término do exercício.

## Teste de Victoria Stroop

O teste de *Victoria Stroop* envolve a identificação de cores específicas, utilizando teclado de computador. O teste compreende 3 etapas, sendo que na primeira o indivíduo identifica círculos nas diferentes cores, na segunda identifica palavras aleatórias e, na terceira, identifica as cores de palavras que identificam cores distintas à que estão escritas. O tempo de reação e o número de erros são computados para cada etapa. Este teste avalia a atenção seletiva.



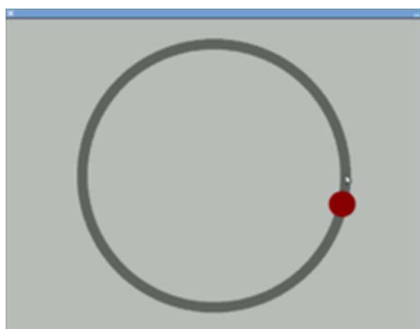
## Teste *DigitSpan*

O *DigitSpan Test* envolve a repetição de dígitos que aparecem na tela do computador, iniciando com uma sequência de 3 dígitos e aumentando até que o voluntário apresenta sequência incorreta de números. O teste envolve duas etapas: na primeira, os números precisam ser repetidos na mesma ordem que aparecem (*forward*) enquanto na segunda, precisam ser apresentados na ordem inversa (*backward*). O número total de dígitos é computado para cada etapa. Este teste avalia a memória de curto prazo e o processamento numérico.



### Teste de Destreza Manual: *Pursuit Rotor Task*.

O teste *Pursuit Rotor Task* requer que o indivíduo mantenha pelo maior tempo possível o cursor do *mouse* do computador sobre um círculo que se move na tela. O teste requer que o indivíduo se adapte à velocidade do círculo, incorporando uma estratégia de cálculo para completar a tarefa com sucesso. Assim, o teste envolve as habilidades de controle motor fino, coordenação mão-olhos, estratégia e resolução de problemas (MULLER; PIPER, 2014).



### Protocolo de Exercício

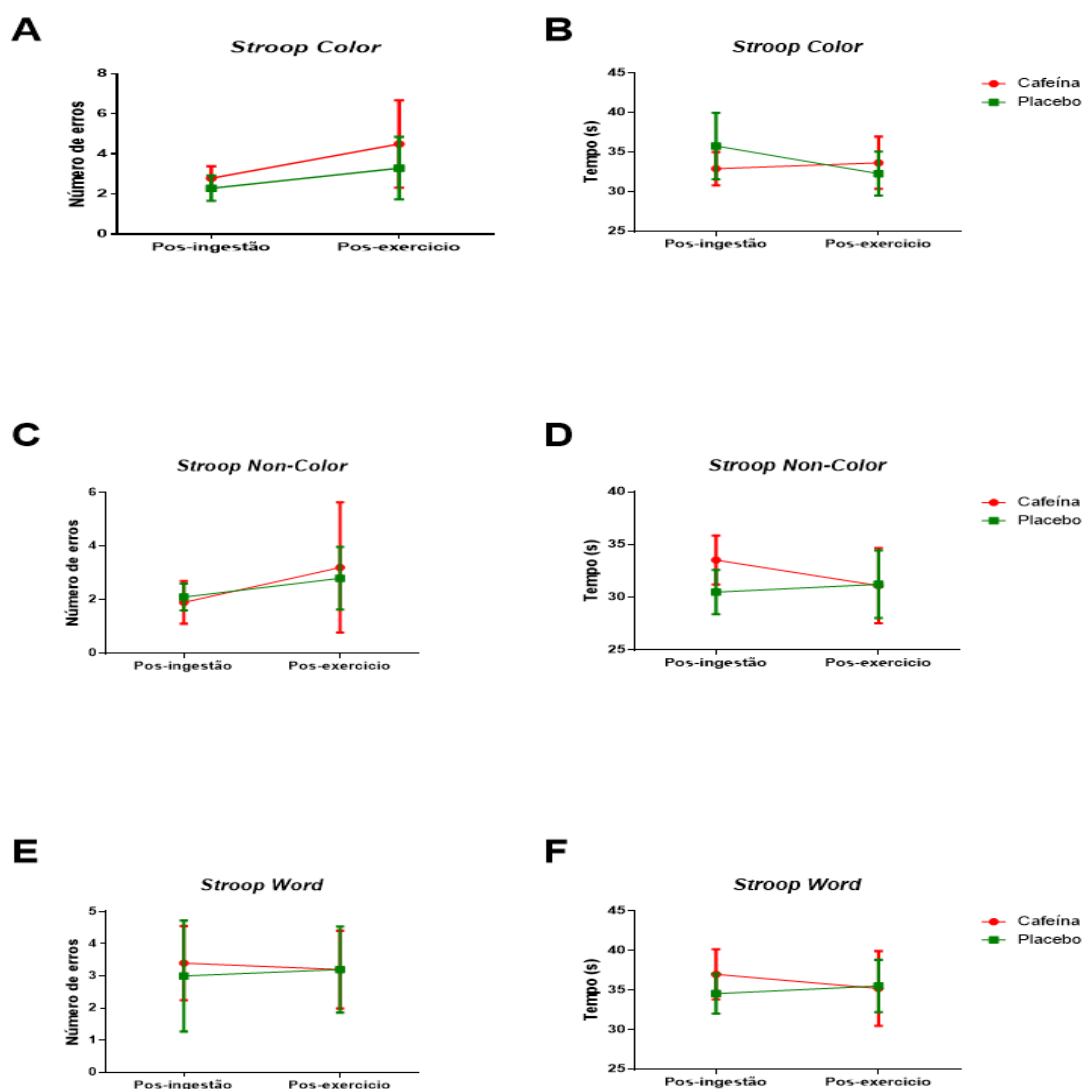
Após a ingestão das soluções placebo e cafeína, os voluntários realizaram 30 minutos de exercício em esteira ergométrica, a uma intensidade de 60 a 70% da  $FC_{res}$ . Para o controle da frequência cardíaca foi utilizado frequencímetro da marca Polar. A escala de percepção subjetiva de esforço de Borg (6-20) foi aplicada a cada 10 minutos de exercício.

## **Análise Estatística**

Para a análise estatística foi utilizado o teste ANOVA de 2 vias de medidas repetidas, seguida do pós-teste de Bonferroni. As variáveis independentes utilizadas foram a condição (caféina x placebo) e tempo (pré-ingestão; pós-ingestão e pós-exercício). Tratar-se-á, portanto, de uma ANOVA de duas vias 2 x 3. Para todas as análises foi utilizado o software *GraphPad Prism* v.5.0 e o nível de significância adotado foi de 95% ( $P < 0,05$ ).

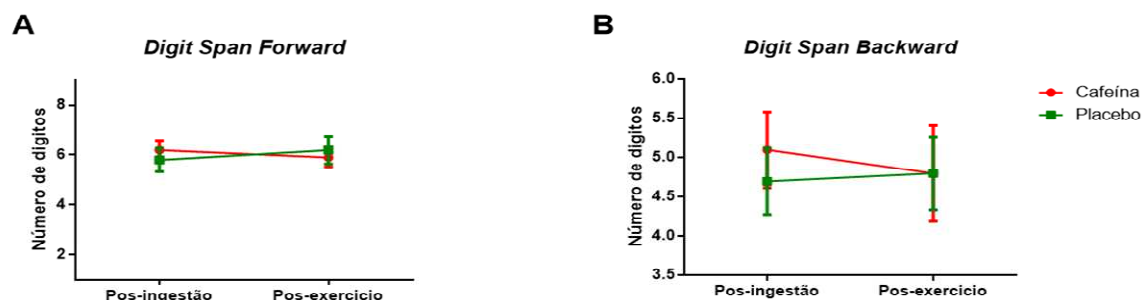
### 3 RESULTADOS

Conforme ilustrado na figura 1, não houve diferenças significativas no número de erros nos testes de *Victoria Stroop* nas 3 etapas analisadas “*stroop color*”, “*stroop non-color*” e “*stroop word*” (Fig.1A,1C e 1E). Em relação ao tempo de reação (Fig.1B, 1D e 1F), verificamos que também não houveram mudanças significativa nas condições analisadas.



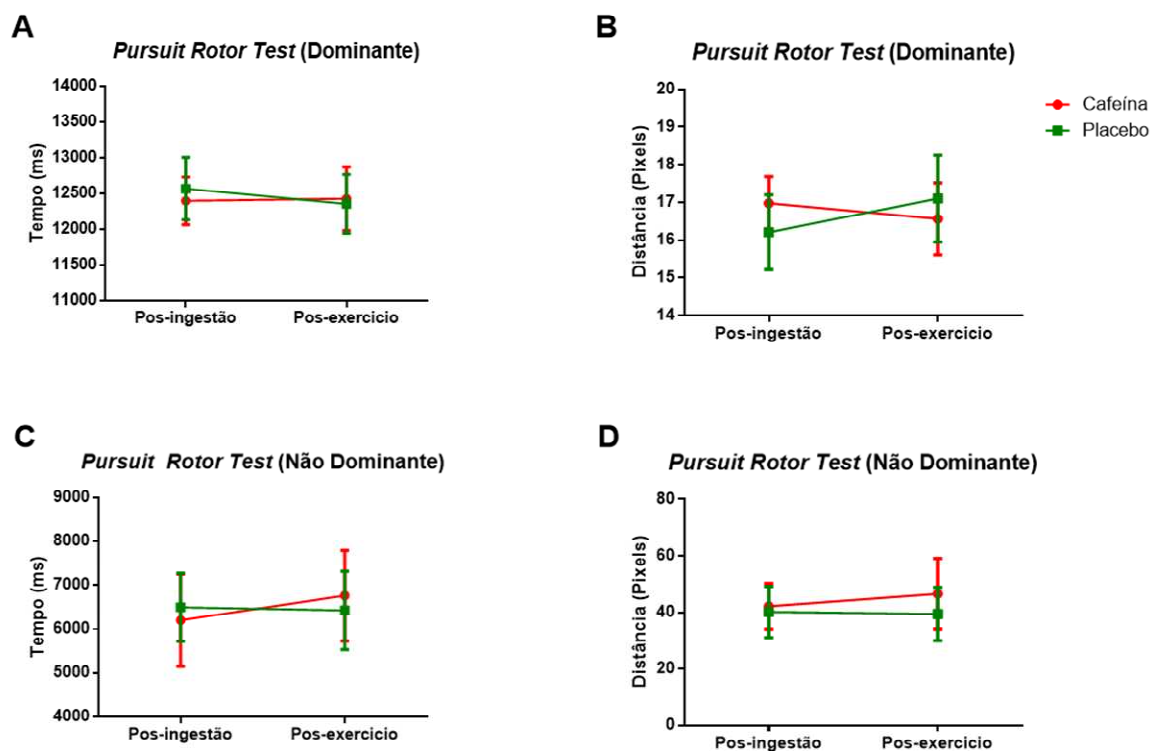
**Figura 1:** Efeito da cafeína e placebo no desempenho do *Stroop test* nas duas condições (pós ingestão de cafeína e pós exercício).

Analisando os resultados da Figura 2, observa-se que nas duas etapas do *DigitSpan Test* os resultados foram praticamente os mesmos, pois em ambos os casos o número de dígitos na condição cafeína e sem cafeína, foram próximas da condição pós-exercício, não caracterizando mudanças significativas estatisticamente.



**Figura 2:** Efeito da cafeína e placebo no desempenho do *Digit Span* nas condições pós ingestão de cafeína e pós exercício.

A figura 3, mostra os resultados do *Pursuit Rotor Test*, que avaliou destreza manual e foi realizado em duas etapas (Dominante e Não Dominante). Observa-se que tanto para o tempo de conclusão como para distância percorrida com mouse não houveram diferenças significativas entre as condições propostas.



**Figura 3:** Efeito da cafeína e placebo no desempenho do *Pursuit Rotor Test* nas condições pós ingestão de cafeína e pós exercício.

## 4 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou os efeitos do exercício aeróbico moderado, durante 30 minutos e/ou a ingestão de cafeína ( $3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) nas funções cognitivas e na destreza manual de adultos jovens e saudáveis, entretanto os resultados iniciais não demonstraram valores estatisticamente significativos entre as diferentes condições propostas. Estudos anteriores contrariam ao que foi apurado nesse estudo, descrevendo efeitos distintos dos encontrados, como por exemplo o de Yanagisawa et al (2010) que realizou testes de 15 minutos de exercício aeróbico moderado em jovens entre 19 à 24 anos e encontraram uma melhora do desempenho cognitivo refletido pela melhora do tempo de reação com o teste de *Stroop*. Por outro lado, e corroborando com nosso estudo, alguns pesquisadores detectaram que uma única sessão de exercício parece não afetar a memória de curto prazo (ALVES et al 2014; VASQUES et al 2011; NETZ, 2006)

Para Antunes et al. (2006), embora haja grande controvérsia, diversos estudos demonstraram que o exercício físico melhora e protege a função cerebral, sugerindo que pessoas fisicamente ativas apresentam menor risco de serem acometidas por desordens mentais em relação às sedentárias. Em contrapartida, para Etnier et al. (1997) o exercício pode ter pouco impacto na cognição quando for realizado de forma aguda, ao contrário do treinamento, que seria capaz de produzir ganhos de condicionamento físico e dessa forma ser usado como intervenção para melhorar a *performance* cognitiva. Desta forma, no que concerne ao presente estudo a proposta foi avaliar apenas o efeito agudo do exercício, logo após a realização do mesmo, mas não logramos êxito, confirmando a hipótese de que esses benefícios só devem ser melhor observados após um período de treinamento, levando em consideração o efeito crônico da atividade física.

Van Boxtel, et al. (1997) concluíram que tarefas cognitivas poderiam ser sensíveis à capacidade aeróbia e evidenciou a existência de uma interação entre os testes de velocidade de processamento cognitivo, idade e capacidade aeróbia. O que se percebe de diferente é que no estudo citado o número de indivíduos submetidos aos testes foram bem maiores que o nosso ( $n=132 \times n=10$ ), e a população pesquisada, em sua maioria

era de indivíduos idosos, diferente da nossa que em sua maioria era de indivíduos jovens, sugerindo assim uma nova pesquisa com diferente público alvo.

Pesquisas recentes também mostraram que a memória de curto prazo ou memória de trabalho associado a função executiva e a atenção parece ser modulada pelo efeito da administração aguda da cafeína (KOPPELSTAETTER et al 2008; KLAASSEN et al 2013; NEHLIG et al 2010), entretanto, em nosso estudo essa correlação não obteve melhores resultados nos testes aferidos, pode ser justificado pelo nível de treinamento dos voluntários da pesquisa, ou até mesmo pela dose de cafeína ingerida.

Smith et al (2013) fizeram uma pesquisa interessante relacionando o uso da cafeína a personalidade dos indivíduos, com resultados diferentes em testes de memória. Foram 128 voluntários de ambos os sexos, separados por perfil de personalidade (introvertidos X extrovertidos), levando-se em consideração fatores como obsessão e ansiedade e o uso habitual da cafeína. Os resultados mostraram que a cafeína promoveu efeitos significativos em indivíduos extrovertidos, no sentido de recordação de séries em testes de memória. A cafeína melhorou o tempo de reação simples e a velocidade de codificação de novas informações, em comparação com o grupo dos introvertidos. Essa relação pode explicar os resultados obtidos em nosso trabalho, pois a personalidade dos participantes pode ter sofrido influência da cafeína apenas em alguns casos, no desempenho dos testes de memória, fazendo com que a amostra pesquisada não obtivesse resultados significativos, por falta de observância dessa condição.

Um estudo muito semelhante ao nosso e que também não observou mudanças significativas com a ingestão da cafeína foi publicado por DESLANDES et al (2005), e teve por objetivo analisar mudanças em variáveis eletrofisiológicas, cognitivas e motoras com a ingestão da cafeína, e relacionar a resposta central às respostas periféricas. A amostra consistiu em 15 voluntários, homens e mulheres, com idades variando de 21 a 38 anos. O estudo combinou métodos que mediram o desempenho em uma tarefa de atenção e o tempo de reação, entretanto não encontraram nenhuma mudança no teste de atenção ou no tempo de reação, sendo observada alteração apenas na eletroencefalografia quantitativa que foi capaz de detectar as mudanças que não foram evidentes nos testes de desempenho cognitivo ou motor.

## **5 CONCLUSÃO**

Os resultados indicam que a ingestão aguda de cafeína (3 mg.kg de peso corporal) 45 minutos antes da realização dos testes de função cognitiva e destreza manual não promoveram alterações significativas no desempenho dos participantes. Além disso, a realização de 30 minutos de exercício aeróbico moderado antes dos testes também não gerou mudanças relevantes na função cognitiva e destreza manual. Apesar de alguns estudos mostrarem efeito ergogênico da cafeína isoladamente, assim como o efeito do exercício aeróbico em algum dos testes utilizados, neste presente estudo não foi possível verificar esses resultados, podendo tal fato ser explicado por conta de diferenças metodológicas como número de participantes na pesquisa, a idade do grupo analisado, a personalidade dos indivíduos, a dose de cafeína utilizada, a intensidade do exercício e até mesmo o nível de treinamento apresentado pelos indivíduos. Importante frisar que são necessários estudos adicionais para elucidar os efeitos da cafeína e da atividade física nos testes de função cognitiva e destreza manual.

## 6 REFERÊNCIAS

ABBOTT, Robert D. et al. Walking and dementia in physically capable elderly men. *Jama*, v. 292, n. 12, p. 1447-1453, 2004.

ALVES, Christiano R. R. et al. Effects of Acute Physical Exercise on Executive Functions: A Comparison Between Aerobic and Strength Exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2012, 34, 539-549.

ALVES, Christiano R. R et al. Influence of acute high-intensity aerobic interval exercise bout on selective attention and short-term Memory tasks. *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory*, 2014, 118, 1, 63-72.

ANTUNES, Hanna KM et al. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 12, n. 2, p. 108-114, 2006.

BIXBY, Walter R. et al. The unique relation of physical activity to executive function in older men and women. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 39, n. 8, p. 1408-1416, 2007.

BUCK, Sarah M. et al. The Relation of Aerobic Fitness to Stroop Task Performance in Preadolescent Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: January 2008 - Volume 40 - Issue 1 - pp 166-172.

BUSSE, Alexandre Leopold et al. Physical activity and cognition in the elderly. *Dement. Neuropsychol*, v. 3, p. 204-208, 2009.

DESLANDES, A.C. et al. Effects of caffeine on the electrophysiological, cognitive and motor responses of the central nervous system. *Braz J Med Biol Res*, Ribeirão Preto, v. 38, n. 7, p. 1077-1086, July 2005.

DIXIT, Abhinav et al. Effect of caffeine on information processing: evidence from stroop task. *Indian journal of psychological medicine*, v. 34, n. 3, p. 218, 2012.

DONNELLY, J.E.; BLAIR, S.N.; JAKICIC J.M.; et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med. Sci Sports Exerc*, v. 41, n.2, p.459-571, 2009.

DUNCAN, Michael J. et al. The effect of caffeine ingestion on functional performance in older adults. *The journal of nutrition, health & aging*, v. 18, n. 10, p. 883-887, 2014.

ETNIER JL, Salazar W, Landers DM, Petruzzello SJ, Han M, Nowell P. The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *J Sport Exercise Psychol* 1997;19:249-74.

FOREMAN, N. et al. High doses of caffeine impair performance of a numerical version of the Stroop task in men. *PharmacolBiochemBehav.* 1989 Feb;32(2):399-403.

GLISKY EL. Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: Riddle DR, editor. *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Boca Raton (FL): CRCPress; 2007. Chapter 1.

GUERRA, Ricardo Oliveira; BERNARDO, Gerlane Coelho; GUTIÉRREZ, Carmen Villaverde. Caféina e esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 6, n. 2, p. 60-62, 2000.

HALLER, Sven et al. Acute caffeine administration impact on working memory-related brain activation and functional connectivity in the elderly: a BOLD and perfusion MRI study. *Neuroscience*, v. 250, p. 364-371, 2013.

HAMELEERS, P.A et al. Habitual caffeine consumption and its relation to memory, attention, planning capacity and psychomotor performance across multiple age groups. *Hum Psychopharmacol.* 2000 Dec;15(8):573-581.

KIRK-SANCHEZ, Neva J.; MCGOUGH, Ellen L. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clinical interventions in aging*, v. 9, p. 51, 2014.

KLAASSEN, Elissa B. et al. The effect of caffeine on working memory load-related brain activation in middle-aged males. *Neuropharmacology*, v. 64, p. 160-167, 2013.

KOPPELSTAETTER, Florian et al. Caffeine and cognition in functional magnetic resonance imaging. *J. Alzheimers Dis*, v. 20, p. S71-S84, 2010.

KOPPELSTAETTER, F. et al. Does caffeine modulate verbal working memory processes? An fMRI study. *Neuroimage*, v. 39, n. 1, p. 492-499, 2008.

LAURIN, Danielle et al. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of neurology*, v. 58, n. 3, p. 498-504, 2001.

MUELLER, Shane T.; PIPER, Brian J. The psychology experiment building language (pebl) and pebl test battery. *Journalofneurosciencemethods*, v. 222, p. 250-259, 2014.

MOURAO JUNIOR, Carlos Alberto; MELO, Luciene Bandeira Rodrigues. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. *Psic.: Teor. e Pesq.*, Brasília , v. 27, n. 3, p. 309-314, Sept. 2011.

NEHLIG, Astrid. Is caffeine a cognitive enhancer. *J Alzheimers Dis*, v. 20, n. Suppl 1, p. S85-S94, 2010.

NELSON, M. E; REJESKI, W.J; DUNCAN, P.W.; et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, v. 39, n.8, p. 1435-1445, 2007.

NETZ, Y. et al. The effect of a single aerobic training session on cognitive flexibility in late middle-aged adults. *International journal of sports medicine*, v. 28, n. 1, p. 82-87, 2007.

SCHERDER, Erik JA et al. Physical activity and executive functions in the elderly with mild cognitive impairment. *Aging & mental health*, v. 9, n. 3, p. 272-280, 2005.

SMILLIE, Luke D.; GÖKÇEN, Elif. Caffeine enhances working memory for extraverts. *Biological psychology*, v. 85, n. 3, p. 496-498, 2010.

SMITH, Andrew P. Caffeine, extraversion and working memory. *Journal of Psychopharmacology*. January 2013 27: 71-76.

TOMPOROWSKI, Phillip D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica* 112, 2003. 297–324.

VAN BOXTEL MP, Paas FG, Houx PJ, Adam JJ, Teeken JC, Jolles J. Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:1357-65.

VASQUES, Paulo Eduardo et al. Acute exercise improves cognition in the depressed elderly: the effect of dual-tasks. *Clinics*, v. 66, n. 9, p. 1553-1557, 2011.

YANAGISAWA, Hiroki et al. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, v. 50, n. 4, p. 1702-1710, 2010.

WEST, Robert L. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological bulletin*, v. 120, n. 2, p. 272, 1996.

WEUVE, Jennifer et al. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *Jama*, v. 292, n. 12, p. 1454-1461, 2004.