



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO-DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Efeitos de uma única sessão de atividade motora na atenção visual de pessoas idosas: comparação entre atividade aeróbica e neuromotora

Dora Cristina Calção Canelas

Orientação:

Professor Doutor José Francisco Filipe Marmeleira

Mestrado em Psicomotricidade Relacional

Dissertação

Évora, 2014



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO-DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Efeitos de uma única sessão de atividade motora na atenção visual de pessoas idosas: comparação entre atividade aeróbica e neuromotora

Dora Cristina Calção Canelas

Orientação:

Professor Doutor José Francisco Filipe Marmeleira

Mestrado em Psicomotricidade Relacional

Dissertação

Évora, 2014

Agradecimentos

Ao longo desta investigação recebi o apoio e a compreensão de algumas pessoas, sem as quais se tornaria difícil a realização da mesma, pelo que gostaria de agradecer a todos esse apoio que me foi prestado.

Um especial agradecimento ao meu orientador Professor Doutor José Francisco Filipe Marmeleira pela confiança que depositou em mim, por toda a disponibilidade, dedicação, por todas as palavras amigas, de incentivo, e por todo o apoio prestado ao longo deste tempo, e também por me ter iniciado neste vasto mundo da investigação científica.

Gostaria de agradecer à Câmara Municipal de Évora pela colaboração no presente estudo, em particular à Professora Ana Figueiredo, Professor Pedro Freixial e ao Professor Jorge Vicente. Agradeço a todos os participantes deste estudo, pela disponibilidade. Sem eles não teria sido possível a realização do mesmo.

A todos os meus amigos e amigas que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho, um agradecimento muito especial por todos os conselhos que me deram, por toda a ajuda prestada, por todas as palavras de incentivo quando as coisas não corriam como esperávamos e pelo companheirismo. Obrigada por todo o apoio e paciência que sempre tiveram comigo!

Gostaria de agradecer agora a toda a minha família que me apoiou em todos os momentos de desespero, que sempre esteve disponível para me ouvir e sempre festejou comigo cada pequena vitória! Obrigada!

À minha irmã que sempre me apoiou e ajudou em tudo o que estava ao seu alcance e me deu força para continuar. Foste incansável, obrigada!

Ao Hugo por todo o carinho, apoio, motivação, ajuda e paciência que sempre teve comigo, por todas as palavras de incentivo que me deu, pelo companheirismo ao longo de todo este tempo. Obrigada!

Por fim aos meus pais que sempre me apoiaram nos bons e maus momentos e sempre acreditaram nas minhas capacidades. Creio que superei as vossas expectativas! Cheguei ao fim de mais uma etapa!!!

Efeitos de uma única sessão de exercício na atenção visual de pessoas idosas: comparação entre exercício aeróbico e neuromotor

Resumo

Objetivo: O principal objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos agudos de uma única sessão de exercício aeróbico e uma única sessão de exercício neuromotor sobre a atenção visual de pessoas idosas.

Métodos: Participaram 87 indivíduos de ambos os sexos, com idades acima dos 55 anos ($65,65 \pm 6,64$ anos), residentes no distrito de Évora, integrados no programa *Séniiores Ativos* da Câmara Municipal de Évora, ou externos ao programa, provenientes de Montemor-o-Novo. Foram divididos por 3 grupos: aeróbico (n=31), neuromotor (n=30) e controlo (n=26). Os grupos experimentais realizaram dois momentos de avaliação (repouso e pós exercício) com 7 dias de intervalo. O grupo de exercício aeróbico efetuou uma caminhada e o grupo de exercício neuromotor participou numa sessão que incluiu diversas atividades motoras de carácter perceptivo-cognitivo. Os níveis de atenção e concentração foram avaliados através do teste d2. O grupo de controlo realizou duas vezes o teste d2 com 7 dias de intervalo, ambas em repouso.

Resultados: Não foram encontrados efeitos significativos da realização de uma única sessão de exercício (aeróbico e neuromotor) sobre a atenção visual avaliada através de diversas variáveis do teste d2.

Conclusões: Não foram encontradas evidências de um efeito do exercício agudo sobre a atenção visual em pessoas idosas.

Palavras-Chave: Atividade física, efeitos agudos, atenção visual, idosas

Effects of a single exercise session on visual attention in older people: a comparison between aerobic and neuromotor exercise

Abstract

Objective: The main objective of this study was to evaluate the acute effects of a single bout of aerobic and a single bout of neuromotor exercise on the visual attention of older people.

Methods: Eighty-seven subjects of both genders, aged over 55 years ($65,65 \pm 6,64$), residents in the Évora district, participants from the *Séniiores Activos* program of the Municipality of Évora or external to the program residents in Montemor-o-Novo. Participants were divided into 3 groups: aerobic ($n = 31$) neuromotor ($n = 30$) and control ($n = 26$). Each experimental group was evaluated on two different periods (rest and post-exercise) with 7 days interval. The aerobic exercise group performed a walk and the neuromotor exercise group participated in a session that included several perceptual-cognitive stimulation activities. Levels of attention and concentration were assessed by d2 test. The control group repeated at rest the d2 test, after 7 days, both at a resting state.

Results: There were no significant effects after a single exercise session (aerobic and neuromotor) on visual attention variables evaluated by the d2 test.

Conclusions: There was no evidence of an acute effect of exercise on visual attention in older people.

Keywords: Physical activity, acute effects, visual attention, elderly

Índice Geral

1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	4
2.1. <i>Envelhecimento</i>	4
2.2. <i>Tipos de Envelhecimento</i>	5
2.3. <i>Envelhecimento e atividade cognitiva</i>	7
2.4. <i>Benefícios da atividade física junto da população idosa</i>	8
2.5. <i>Exercício físico e função cognitiva</i>	9
2.6. <i>Possíveis mecanismos para explicar a associação positiva/benefício entre atividade física e cognição</i>	13
3. Metodologia	17
3.1. <i>Desenho do estudo</i>	17
3.2. <i>Caraterização da Amostra</i>	18
3.3. <i>Descrição das Sessões</i>	20
3.4. <i>Instrumentos de Avaliação</i>	22
3.5. <i>Tratamento estatístico</i>	27
4. Resultados	29
5. Discussão	31
6. Conclusão	37
7. Bibliografia	38
8. Anexos	47

Índice de Tabelas e Figuras

Tabela 1 - Características dos diferentes tipos de envelhecimento	6
Figura 1 – Fluxograma da amostra	18
Tabela 2 - Parâmetros de caracterização da amostra	20
Tabela 3 - Comparação dos resultados do teste de atenção por grupos e por sessão	29

Índice de Abreviaturas

BDNF - Fator neurotrófico derivado do cérebro

E - Total de erros

E% - Percentagem de erros

E1 - Erros por omissão

E2 - Erros por marcação de caracteres irrelevantes

IC - Índice de concentração

TA - Total de acertos

TC - Total de caracteres processados

TC-E - Total de eficácia

1. Introdução

Ao envelhecimento estão associadas alterações funcionais capazes de causar impacto na realização de atividades da vida diária. As funções cognitivas são também afetadas negativamente com a idade, ocorrendo uma perda de neurónios e consequentemente declínio da atividade cognitiva (Banhato, Scoralick, Guedes, Atalaia-Silva, & Mota, 2009; Kramer & Willis, 2002). Neste sentido, a prática de atividade física é considerada um dos fatores essenciais para um envelhecimento saudável. Segundo a Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 2010) a prática regular de exercício previne, minimiza e/ou reverte problemas que acompanham o processo de envelhecimento. O declínio cognitivo é quase universal em adultos mais velhos e aumenta com a idade. No entanto, alguns fatores associados ao estilo de vida podem melhorar ou proteger contra o envelhecimento cognitivo. Estudos recentes de epidemiologia humana têm sugerido que a atividade física regular está associada a um melhor funcionamento cognitivo e menor declínio cognitivo a longo prazo (Kamijo et al., 2009). Neste sentido, a atividade física representa um contributo junto da população idosa uma vez que alguns estudos demonstram que um adulto mais velho, que seja mais ativo fisicamente, poderá apresentar uma performance cognitiva melhor do que um menos ativo (Marmeleira, 2013).

Ao longo das últimas décadas, foram estudados os efeitos do exercício sobre a função cognitiva em adultos jovens e mais velhos. O exercício físico moderado parece melhorar a função cerebral. Pesquisa em exercício crónico demonstrou melhorias cognitivas decorrentes da atividade física regular em adultos mais velhos (Kamijo et al., 2009). Por outro lado, alguns estudos mostraram que uma única sessão de exercício físico melhora o desempenho sensório-motor e diferentes aspetos da função cognitiva, após uma sessão de exercício de intensidade sub-máxima (110-130 batimentos cardíacos por minuto) de 20-40 minutos, imediatamente após o exercício e independentemente do nível de aptidão (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010).

No entanto, esta relação entre o exercício físico agudo e a função cognitiva parece não ser unânime (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010). Alguns autores defendem que curtos períodos de exercício melhoram a função cognitiva, enquanto outros defendem não haver qualquer benefício ou que ocorre inclusive uma deterioração dessa função (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010). Lambourne e Tomporowski (2010) referem

que existe uma relação complexa entre o exercício e a cognição, e que o desempenho cognitivo pode aumentar ou diminuir, dependendo de quando é medido, do tipo de tarefa cognitiva selecionada e do tipo de exercício efetuado.

Objectivos

Assim, o presente estudo visa estudar os efeitos agudos de uma única sessão de exercício sobre a atenção visual de pessoas idosas. Mais especificamente, pretende-se perceber se o exercício aeróbico ou o exercício neuromotor têm efeitos diferenciados na atenção visual.

Estrutura da Tese

Os capítulos que constituem o presente estudo foram estruturados de modo a elucidar toda a investigação de forma precisa e objetiva. Este estudo encontra-se organizado em sete capítulos distintos, nos quais foi abordada e desenvolvida a temática respetiva.

No capítulo I é feito o enquadramento do estudo, bem como é referida a pertinência e os objetivos do mesmo. O capítulo II centra-se na revisão da literatura, onde foi feito o enquadramento teórico do estudo e onde foi apresentada a literatura necessária que suporta a presente investigação. Tratando-se de um estudo direcionado para a população idosa, achámos pertinente fazer um enquadramento desta temática, onde falámos do envelhecimento, bem como dos tipos de envelhecimento. Numa segunda parte deste mesmo capítulo foi abordada a temática envelhecimento e atividade cognitiva, benefícios da atividade física junto da população idosa, exercício físico e função cognitiva. Por fim, apresentam-se possíveis mecanismos para explicar a associação positiva/benefícios entre atividade física e cognição.

No capítulo III, apresenta-se a metodologia utilizada ao longo deste trabalho, onde se caracterizou a amostra, foi descrito o desenho do estudo, a descrição das sessões aplicadas, os instrumentos de avaliação utilizados, e o tratamento estatístico utilizado no tratamento e na análise dos dados. No capítulo IV, apresentam-se os resultados relevantes para o presente estudo. O capítulo V, refere a discussão dos resultados, onde foi feita a análise, interpretação, comparação, discussão e fundamentação dos resultados, conforme os objetivos previamente definidos, assim como as suas limitações e algumas recomendações para futuras investigações.

No capítulo VI, apresentam-se as conclusões acerca do presente estudo. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que fundamentaram a realização deste estudo, utilizando as normas da American Psychology Association, na sua 6^a edição.

2. Revisão da Literatura

2.1. Envelhecimento

Todos os seres humanos nascem, crescem, amadurecem e envelhecem. Assim, todo este processo requer uma adaptação quer física quer psicológica a cada uma destas etapas (Geis, 2003). O indivíduo está em constante evolução e o seu corpo vai diariamente sofrendo alterações e desenvolvendo-se até se tornar adulto. Estas mudanças são mais significativas no indivíduo desde que ele nasce até à adolescência sendo essa evolução mais lenta à medida que ele se vai tornando adulto. Perto dos 21 anos o crescimento corporal pára (a nível físico), havendo apenas evolução a nível intelectual. Por fim chega a fase em que o organismo inicia uma fase de involução que se caracteriza pelo envelhecimento (por volta dos 60 a 65 anos) (Geis, 2003). A velhice bem sucedida pode ser definida por diversos fatores, tais como a autonomia, a independência e o envelhecimento ativo com a vida, a família, os amigos, o lazer e a sociedade (Banhato et al., 2009).

O envelhecimento pode ser definido como o processo ou conjunto de processos expressos pela perda de capacidade de adaptação e de diminuição da funcionalidade orgânica de um indivíduo. Este processo afeta de forma diferenciada os diversos sistemas orgânicos, quer de uma forma temporal, quer em intensidade, variando grandemente de indivíduo para indivíduo, criando assim uma grande heterogeneidade (Pereira, 2004). O envelhecimento não é a velhice. Trata-se de um processo irreversível que se inscreve no tempo, começa com o nascimento e termina com a morte do indivíduo. Velhice é um estado de espírito, uma vez que a velocidade do envelhecimento não é a mesma para todos os indivíduos, cada organismo, cada tecido, cada mecanismo é próprio de cada indivíduo e envelhece por conta própria a velocidade e ritmos diferentes (Geis, 2003; Velasco, 2006).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, os idosos podem ser classificados em três faixas: de 60 a 69 anos são considerados jovens idosos, de 70 a 79 anos os meio idosos e a partir dos 80 anos os idosos velhos (ou quarta idade). Envelhecer implica algo que é associado à idade cronológica, mas que não é idêntico a ela. O envelhecimento pode ser utilizado para explicar fenómenos, definir senilidade, justificar dificuldades e relacionar mudanças e alterações. Trata-se de um termo atribuído a um processo multifacetado e como tal de difícil e imprecisa conceituação.

A maioria dos gerontologistas define o envelhecimento como o responsável pela diminuição da capacidade de sobrevivência do organismo (Velasco, 2006).

2.2. Tipos de Envelhecimento

Existem três tipos de envelhecimento: biológico, psicológico e social (Meirelles, 2000).

O Envelhecimento Biológico caracteriza-se por transformações progressivas e irreversíveis em função do tempo, caminhando lentamente para a morte, representando uma etapa do desenvolvimento individual onde o catabolismo é maior que o anabolismo.

O Envelhecimento Psicológico caracteriza-se por um processo dinâmico e extraordinariamente complexo muito influenciado por fatores individuais que tem início com um declínio lento e em seguida acentuado das habilidades que o indivíduo desenvolvia anteriormente.

O Envelhecimento Social em que a idade não significa apenas um espaço de tempo, mas sim uma categoria, uma atividade sócio econômica, um modo diferente de vida, características pessoais, objetivos e conflitos de natureza variável, sentimentos positivos e negativos.

Na tabela seguinte encontram-se as características dos diferentes tipos de envelhecimento:

Tabela 1 - Características dos diferentes tipos de envelhecimento (adaptado de Meirelles, 2000).

Envelhecimento Biológico

- Diminuição da visão e da audição;
- Diminuição da força muscular;
- Hipertensão;
- Enfarte e Pós Enfarte;
- Diminuição da capacidade respiratória;
- Diminuição da capacidade de coordenação e habilidade;
- Diminuição do consumo de oxigénio;
- Aumento da quantidade de gordura;
- Diminuição da quantidade de células de funcionamento normal;
- Diminuição progressiva e irreversível da energia livre disponível no organismo;
- Diminuição da actividade eléctrica do cérebro;
- Baixa taxa de absorção de calorías;
- Alterações degenerativas arterioscleróticas;
- Lesões valvulares;
- Capacidade vital diminuída;
- Diminuição da quantidade de sangue que o coração bombeia em estado de repouso (braquicardia);
- Perdas celulares;
- Enfermidades degenerativas próprias da velhice, como consequência geral;
- Obesidade marcante.

Envelhecimento Psicológico

- Aceitação ou recusa da situação de velho;
- Aceitação ou rejeição pelo meio;
- Diminuição da vontade das aspirações e da atenção;
- Enfraquecimento da consciência;
- Estreitamente da afetividade;
- Apego ao conservadorismo;
- Deterioração da memória;
- Anomalias do carácter: desconfiança, irritabilidade e indocilidade.

Envelhecimento Social

- Isolamento social;
- Situação económica crítica;
- Insegurança social;
- Estado de saúde insatisfatório;
- Rutura com a vida profissional;
- Perda concomitante da função e do status social;
- Falta de opção do idoso poder escolher ou rejeitar o lazer;
- Falta de opção do idoso poder optar por uma aposentadoria ativa ou passiva.

2.3. Envelhecimento e atividade cognitiva

Com o envelhecimento, as pessoas apresentam uma deterioração de várias funções cognitivas, como a memória, a atenção, o tempo de reação e a velocidade de processamento da informação. Estas funções cognitivas são afetadas negativamente com a idade uma vez que ocorre perda de neurónios e, conseqüentemente, declínio da atividade cognitiva (Banhato et al., 2009; Kramer & Willis, 2002). No entanto, tarefas aprendidas, mas não executadas, sofrem declínio. Algumas das razões que podem explicar o declínio cognitivo com o passar dos anos são a redução da velocidade no processamento da informação, diminuição da atenção, prejuízo da região lobo frontal do cérebro e função neurotransmissora (Banhato et al., 2009).

Este declínio cognitivo é um fator de risco para a perda da independência. O conhecimento dos fatores que podem atrasar essa deterioração é crucial para a identificação das principais vias de causalidade e das estratégias de intervenção. A atividade física regular e a aptidão física têm sido consideradas como fatores de grande importância na prevenção desse declínio (Moonen, van Boxtel, de Groot, & Jolles, 2008).

Ao longo das últimas décadas, um número crescente de pesquisas demonstraram uma melhoria cognitiva resultante da atividade física regular em idosos. No entanto, alguns autores sustentam que não está claro se o nível de atividade física exerce o mesmo efeito na idade jovem adulta (Kamijo & Takeda, 2009) e se os benefícios da atividade física ao longo dos anos têm um efeito cumulativo sobre o funcionamento cognitivo (Singh-Manoux, Hillsdon, Brunner, & Marmot, 2005). Nesse sentido, alguns estudos transversais e longitudinais em jovens, adultos e idosos observaram uma relação positiva entre a atividade física e a cognição, especialmente para as funções cognitivas que envolvem o funcionamento executivo e a inteligência fluida (Singh-Manoux et al., 2005).

Hillman et al. (2006) sugerem que a atividade física é de facto uma variável moderadora no envelhecimento cognitivo e que a manutenção de níveis adequados de funcionamento físico acarreta benefícios. Estes benefícios são manifestados em aspetos gerais e seletivos da cognição, particularmente entre os adultos mais velhos, sendo uma opção de estilo de vida com benefícios a longo prazo para a promoção da óptima função cerebral (Moonen et al., 2008).

2.4. Benefícios da atividade física junto da população idosa

Segundo Rahal, Andrusaitis e Sguizzatto (2007), a atividade (prática de exercícios físicos e mentais, individuais ou em grupo) é um dos fatores essenciais para um envelhecimento saudável. A Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 2010), afirma que a prática regular de exercício previne, minimiza e/ou reverte problemas que acompanham o processo de envelhecimento. Segundo Fries (1990), pessoas acima dos 70 anos podem melhorar as suas reservas cognitivas recorrendo a exercícios aeróbicos.

Os benefícios da atividade física parecem ser um contributo junto da população idosa, uma vez que o envelhecimento está associado a alterações funcionais capazes de causar impacto nas atividades diárias dessa população. Estudos demonstram que um adulto mais velho que seja mais ativo fisicamente apresenta uma performance cognitiva melhor do que um menos ativo (Baylor & Spirduso, 1988; Dustman, Emmerson, & Shearer, 1994; Etnier, 2008; Spirduso, 1980). Estes benefícios incluem maior eficiência no processar de informação (Etnier et al., 1997; Kramer et al., 2002), melhoria da capacidade de atenção (Hawkins, Kramer, & Capaldi, 1992; Roth, Goode, Clay, & Ball, 2003), melhor desempenho em tarefas que incluam processamentos espaço-visuais (Shay & Roth, 1992), benefícios nos processos de controlo (Colcombe & Kramer, 2003) – executar e uma melhoria da velocidade psicomotora (Spirduso, 1980).

Estudos com animais e humanos foram realizados para investigar as bases fisiológicas, neurobiológicas e psicológicas que contribuem para associações positivas entre a atividade física e cognição. Ao nível psicológico e neurobiológico os mecanismos propostos para justificar a relação entre o exercício-cognição incluem a estrutura cortical (neurogênese e sinaptogênese), metabolismo cerebral, neurotransmissores, fatores neurotróficos, disponibilidade de oxigénio, regulação da glucose e stress oxidativo (Cotman & Berchtold, 2002). Ao nível cognitivo e comportamental têm sido atribuídos papéis importantes aos processos de controlo executivo (Colcombe & Kramer, 2003), recursos de atenção (Poon & Harrington, 2006) ou a efeitos de medição de variáveis que afetem a cognição, como excitação, auto-eficácia, humor ou depressão (Meeusen, 2005; Tomporowski, 1997). Ao nível psicológico a prática de exercício pode melhorar o humor, a ansiedade, depressão,

resistência a doenças e diminuição do stress. Estudos feitos em idosos demonstram uma maior qualidade de vida e independência funcional para idosos ativos (Banhato et al., 2009).

2.5. Exercício físico e função cognitiva

No que respeita ao envelhecimento cerebral, o exercício físico constitui um agente neuroprotetor contra as desordens degenerativas do sistema nervoso central. Estudos evidenciam que o exercício físico leva a um aumento da circulação sanguínea cerebral, favorecendo a síntese de neurotrofinas e consequentemente promovendo a criação de novos neurónios em diversas áreas cerebrais (Banhato et al., 2009). Estas neurotrofinas atuam como mediadoras da eficácia sináptica aumentando a conectividade entre os neurónios. Estudos evidenciam que o exercício aeróbio melhora significativamente várias funções cognitivas que normalmente se deterioram com o envelhecimento, tais como a memória (Antunes, Santos, Heredia, Bueno, & Mello, 2001; Banhato et al., 2009; Pesce, Crova, Cereatti, Casella, & Bellucci, 2009), o processamento da informação (Audiffren, Tomporowski, & Zagrodnik, 2008), o tempo de reação (Baker et al., 2010; Banhato et al., 2009), a atenção (Antunes et al., 2001; Audiffren, Tomporowski, & Zagrodnik, 2009; Travlos, 2009), mais especificamente a atenção seletiva e a inibição de resposta (Joyce, Graydon, McMorris, & Davranche, 2009).

Atualmente esta relação entre exercício físico e função cognitiva está claramente demonstrada. No entanto, o efeito do exercício físico na performance/desempenho cognitivo depende quer da intensidade quer da duração do exercício. Exercício físico intenso, mas num curto período de tempo, parece não afetar a função do cérebro. Da mesma forma, exercício prolongado que promova a desidratação está associado a uma redução na performance cognitiva (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010; Joyce et al., 2009). A intensidade e a duração do exercício são fatores que, potencialmente, podem interferir nos resultados das investigações que abordam os efeitos do exercício sobre as tarefas cognitivas (Antunes et al., 2006). Se a intensidade do exercício excede um determinado nível ou o exercício ultrapassa um determinado período de tempo, a fadiga é inevitável. Vários fatores têm sido sugeridos para explicar a fadiga durante o exercício prolongado, tais como a desidratação, o esgotamento do glicogénio muscular, a hipoglicémia e certos mecanismos do sistema nervoso central.

Nestes casos, a fadiga pode levar a um decréscimo do desempenho cognitivo. O exercício físico moderado parece melhorar a função cerebral. Estudos evidenciam que imediatamente após uma sessão de exercício de intensidade sub-máxima (110-130 batimentos cardíacos por minuto) com uma duração de 20-40 minutos se verifica uma melhoria a nível do desempenho sensório-motor e cognitivo (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010).

Embora a maior parte das evidências sugiram que a relação entre a intensidade de atividade física e performance cognitiva apresentem uma função de U invertido, onde a performance mental é melhorada com níveis de exercício moderado, mas não elevados (Tomporowski, Davis, Lambourne, Gregoski, & Tkacz, 2008), é importante ter atenção a estes estudos, uma vez que os seus paradigmas diferem em vários domínios, tais como tipo de exercício aeróbico, funções cognitivas em estudo, idade dos indivíduos, condição física e de saúde dos participantes (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010).

Tomporowski (2003), através de uma revisão sistemática, conclui que o exercício aeróbico submáximo realizado com a duração entre 20 e 60 minutos facilita aspetos específicos do processamento da informação, quer durante, quer após esse exercício. Para este autor, o exercício físico prolongado que leve à desidratação, compromete tanto o processamento de informações, como as funções da memória. Tal foi evidenciado por alguns estudos, onde foram observados efeitos prejudiciais da desidratação provocada pelo exercício prolongado, em funções cognitivas como a memória (Cian, Barraud, Melin, & Raphel, 2001). Por outro lado, Dietrich e Sparling (2004) observaram que o exercício prolongado produz um efeito de desativação dos lóbulos pré-frontais, região do cérebro sensível às funções executivas. Estes resultados podem ser explicados através da hipótese de hipofrontalidade transitória, sugerindo que durante o exercício prolongado há um redirecionamento do fluxo sanguíneo cerebral para áreas motoras e uma relativa diminuição de fluxo sanguíneo para áreas associadas com as funções cognitivas como as do córtex frontal. No entanto, a forma como estes dados fisiológicos estão relacionados com os processos cognitivos ainda não é clara (Dietrich, 2006).

Ao contrário do que acontece com os exercícios praticados com uma intensidade e duração exaustiva, com o exercício praticado com intensidade e duração moderada, verifica-se um aumento do fluxo sanguíneo e da oxigenação cerebral, observando-se

ainda um acréscimo do metabolismo cerebral, o que conseqüentemente melhora as funções cerebrais (Secher, Seifert, & Van Lieshout, 2008). Diversos estudos em jovens, adultos e idosos têm observado a melhoria do processamento cognitivo promovida pelo exercício aeróbio moderado, por períodos que vão desde a duração de 20 a 60 minutos (Antunes et al., 2001; Davis et al., 2007; Hillman et al., 2009; Joyce et al., 2009). Estes efeitos podem ser observados logo após a sessão de exercício, ou até 15 semanas depois (Davis et al., 2007). Porém, em relação à duração existem estudos com resultados contraditórios. Enquanto há investigadores que observaram que em crianças, 20 minutos deste tipo de exercício em intensidade moderada, não é o suficiente para afectar o desempenho das funções executivas (Davis et al., 2007), outros observaram uma melhoria do desempenho de processos cognitivos em crianças pré adolescentes, incluindo em funções executivas, com o mesmo tipo, duração e intensidade de exercício (Hillman et al., 2009).

Outros autores (Baker et al., 2010) observaram a melhoria destas funções em idosos, com o mesmo tipo de exercício, contudo diferiram dos estudos anteriores pela intensidade do exercício com que foram detetadas as melhorias. Para estes autores, a intensidade moderada a intensa é a mais apropriada para verificar efeitos benéficos sobre o processamento das regiões pré-frontais sensíveis às funções executivas (Baker et al., 2010). Estas funções, associadas ao lóbulo frontal e a regiões hipocámpais do cérebro, podem ser seletivamente mantidas ou melhoradas, em indivíduos, com maior nível de aptidão física (Antunes et al., 2006).

Estudos evidenciam que uma diminuição da oxigenação cerebral pode comprometer a função cognitiva. Esta oxigenação cerebral durante o exercício depende dos sistemas cardiovascular e pulmonar (Ando, Kokubu, Yamada, & Kimura, 2011). Quando o cérebro é ativado, durante o exercício, verifica-se um aumento na fonte de oxigénio cerebral de modo a aumentar o nível do metabolismo neuronal. No entanto, a hiperventilação induzida por exercício intenso leva a uma diminuição na oxigenação cerebral (Ando et al., 2011). No estudo de Ando et al. (2011) verificou-se uma melhoria na função cognitiva durante a prática de exercício moderado. Segundo estes autores, esta melhoria é independente da oxigenação cerebral. No estudo de Lambourne e Tomporowski (2010) verificou-se que o exercício tinha um efeito prejudicial na performance cognitiva durante o exercício. No entanto, após a prática de exercício a performance cognitiva melhorava (Ando et al., 2011).

Efeitos Agudos

Os benefícios da atividade física podem ser adquiridos a curto (efeito agudo) ou longo prazo (efeito crónico). Consideram-se respostas agudas ao exercício as que ocorrem durante a sua realização e em sessões isoladas de treino (Polito & Farinatti, 2003). Podem também ocorrer imediatamente após a sessão de exercício ou até 48h após a sessão (efeito agudo tardio) (Araujo, Davids, & Hristovski, 2006). As respostas crónicas estão associadas a adaptações fisiológicas que ocorrem num prazo mais longo e que são decorrentes de treino regular, do tipo de exercício e duração do mesmo (Polito & Farinatti, 2003). Os efeitos crónicos do exercício podem resultar de um somatório de respostas agudas continuadas (Polito & Farinatti, 2003).

Como já foi anteriormente referido, existe uma série de estudos que evidencia que uma única sessão de exercício físico pode melhorar diferentes aspetos da função cognitiva, imediatamente após o período de exercício e independentemente do nível de aptidão. No entanto, alguns autores defendem que curtos períodos de exercício melhoram a função cognitiva, outros defendem que não tem qualquer benefício ou que deterioram esta mesma função (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010). Os efeitos benéficos na cognição causados pelo exercício físico aeróbio podem ser considerados agudos, e ser observados durante o exercício (Audiffren et al., 2008, 2009) e logo após o exercício (Elleberg & St-Louis-Deschênes, 2010; Hillman et al., 2009; Joyce et al., 2009; Travlos, 2009), manifestando-se até cerca de 1 hora após a cessação do exercício aeróbio (Joyce et al., 2009). Hillman et al. (2009) evidenciaram que a prática de exercícios pode melhorar o desempenho escolar de crianças. Imediatamente após uma sessão aguda de caminhada, as crianças tiveram melhor desempenho no teste de atenção visual que lhes foi aplicado.

O exercício parece induzir alterações fisiológicas no sistema nervoso central incluindo efeitos a níveis circulatórios, metabólicos e neuro-hormonais. A função cerebral e a integridade dos tecidos dependem de uma fonte de oxigénio contínua uma vez que o metabolismo aeróbio é a maior fonte de energia do cérebro (Ando et al., 2011).

2.6. Possíveis mecanismos para explicar a associação positiva/benefício entre atividade física e cognição

Aptidão aeróbica

A hipótese da aptidão cardiovascular é provavelmente a hipótese mais comum para explicar o benefício entre a atividade física e a cognição. O ganho na aptidão cardiovascular (aeróbio) através da participação regular na atividade física medeia os benefícios da performance cognitiva (Chodzko-Zajko & Moore, 1994; Etnier, Nowell, Landers, & Sibley, 2006; van Boxtel et al., 1997). Pensa-se que o aprimoramento da aptidão aeróbica seja acompanhado de alterações nos mecanismos subjacentes, tais como fluxo de sangue cerebral (Endres et al., 2003; Swain et al., 2003), fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) (Vaynman, Ying, & Gomez-Pinilla, 2004; Zheng et al., 2006), e estrutura cerebral (Colcombe et al., 2003; Colcombe et al., 2006), que estão também eles associados com a performance cognitiva.

Vascularização cerebral

Uma vez que a glucose e o oxigénio não são armazenados no cérebro, o sistema vascular deve responder rapidamente à falta ambiental no sistema nervoso central, reativando as áreas do cérebro com estas duas substâncias (Dustman & White, 2006). Apesar de apenas representar 2% do peso total, o cérebro usa 20-25% do oxigénio total e 25% da glucose do corpo para reunir a energia cerebral necessária e para o metabolismo e volume dos neurotransmissores (Friedland, 1990). Assim, esta hipótese sugere que o exercício crónico resulte num aumento do oxigénio e glucose transportados para o cérebro, o que resulta numa melhoria a nível cognitivo graças ao aumento de recursos disponíveis ao ambiente cerebral (Chodzko-Zajko & Moore, 1994; Etnier et al., 2006). Tal facto é de extrema importância para os adultos com mais idade, pois a idade está inversamente relacionada com a eficiente distribuição do sangue ao sistema nervoso central (Slosman et al., 2001; Takada et al., 1992). Alguns mecanismos responsáveis por esta diminuição do fluxo sanguíneo nestas pessoas são um aumento da viscosidade do sangue total e do plasma, perda de elasticidade e progressiva fibrose da vasculatura cerebral (Ajmani et al., 2000; Meyer, Terayama, & Takashima, 1993).

Estimulação neurotrófica

Existem diversos estudos de modelos animais que mostram que a atividade física induz a BDNF e outros fatores de crescimento consistentes com o aumento da atividade neuronal, estrutura sináptica e plasticidade neuronal (Dustman & White, 2006; Winter et al., 2007).

Estudos com humanos mostram que uma simples série de exercícios pode aumentar a concentração de BDNF no plasma (Winter et al., 2007). A BDNF suporta o funcionamento e saúde dos neurónios glutaminérgicos, estimula a neurogênese e melhora a aprendizagem e saúde mental (Cotman & Berchtold, 2002).

A atividade física é um dos fatores que afeta positivamente a neurogênese adulta. Colcombe et al. (2006) verificaram que os aumentos significativos no volume cerebral, nas regiões cinzenta e branca do cérebro, se deviam ao treino de fitness num estudo com indivíduos que participaram num treino aeróbico, ao contrário do que se verificou para indivíduos que participaram num grupo de controlo anaeróbico. Mais recentemente, foi reportado que o exercício aeróbico é eficaz na reversão da perda de volume hipocampal em idade adulta mais avançada, o que é acompanhado da melhoria da memória (Erickson et al., 2011).

Sistemas de neurotransmissores

Os efeitos do exercício físico agudo em adultos pode ser explicado em termos de alterações no sistema nervoso central, ao nível de neurotransmissores que modelam a atividade cerebral. Os movimentos físicos levam a uma “cascata” de respostas metabólicas que dão o sinal aos núcleos do tronco cerebral e que são centrais para a ativação dos sistemas serotoninérgico e noradrenérgico que modulam a atividade cerebral, em particular córtex pré frontal e parietal (Tomporowski et al., 2008). Um aumento do exercício pressupõe um aumento do processo cognitivo, uma vez que os sistemas neurológicos, quando ativados, aumentam a atenção, seleção de estímulo e tomada de decisão (Tomporowski et al., 2008).

A degeneração dos sistemas neurotransmissores pode contribuir para o declínio da motricidade fina, bem como para deficiências a nível cognitivo (Seidler et al., 2010). A perda de memória relacionada com a idade pode ser explicada pela redução da transmissão dopaminérgica do córtex pré frontal, causada pela diminuição da síntese

da dopamina na região de terminação pré frontal (Mizoguchi, Shoji, Tanaka, Maruyama, & Tabira, 2009).

O teste direto das alterações ao nível dos neurotransmissores em humanos não é possível. Estudos deste género têm sido feitos em animais. Existe alguma evidência do aumento das concentrações de dopamina durante e após a prática de exercício físico intenso e como resultado de exercício crónico. Pesquisas em exercício agudo demonstraram um aumento, particularmente no tronco cerebral e hipotálamo (Meeusen, Piacentini, & De Meirleir, 2001). Parece haver uma “velocidade no limiar” acima do qual a libertação de neurotransmissores começa (Hattori, Naoi, & Nishino, 1994; Meeusen et al., 2001). O exercício crónico mostra efeitos numa região específica com o aumento nas concentrações do hipotálamo e mesencéfalo, mas uma diminuição no córtex pré frontal, hipocampo e estriado (Meeusen et al., 1997).

Uma outra explicação para o facto do exercício “coordenativo” trazer benefícios ao nível cognitivo é a ativação das estruturas nervosas (cérebro e córtex pré frontal) durante a sessão de exercício, estruturas estas que contribuem para intensificar a velocidade e precisão na realização de tarefas cognitivas imediatamente após a prática de exercício. O fato de haver esta intensificação na velocidade e precisão da tarefa poderá estar relacionado com a pré-ativação das estruturas nervosas durante a prática do exercício físico (Marmeleira, 2013).

Vários mecanismos têm sido sugeridos para justificar a melhoria de desempenhos em tarefas de fluência verbal e de funcionamento executivo por uma sessão de exercício físico. Um deles é o aumento dos níveis plasmáticos de catecolaminas e a ativação do sistema nervoso central com a prática do exercício físico (Marmeleira, 2013). As catecolaminas são bem conhecidas pelo papel que desempenham nos processos adaptativos e pela sua resposta em situações de stress agudo. Em condições normais, o stress é considerado como o fator primário da secreção da catecolamina. Estudos evidenciam um aumento acentuado dos níveis plasmáticos de catecolaminas como resposta a condições de stress. O exercício físico pode ser considerado como um fator de stress (Zouhal, Jacob, Delamarche, & Gratas-Delamarche, 2008).

De um modo geral, estudos já efetuados demonstram quer uma diminuição quer um efeito insignificante do exercício crónico nas concentrações de noradrenalina em todo o cérebro, apesar de haver algumas variações em certas regiões, em particular no

hipotálamo (Meeusen et al., 2001; Meeusen et al., 1997). Há, no entanto, uma evidência inequívoca para o aumento da catecolamina no cérebro durante a prática de exercício (McMorris, 2009). No decurso do exercício prolongado, as catecolaminas desempenham um papel importante no transporte de oxigénio e substratos energéticos para os músculos ativos (Zouhal et al., 2008).

3. Metodologia

3.1. Desenho do estudo

A presente investigação foi desenvolvida utilizando um estudo experimental, pré-pós teste, em que a distribuição da amostra pelos 3 grupos distintos foi feita por conveniência. A realização deste estudo teve lugar em diferentes locais, onde os participantes se deslocavam habitualmente para participarem em aulas de atividade física, organizadas pela Câmara Municipal de Évora e englobadas pelo programa *Séniiores Ativos*. Os participantes externos ao programa anteriormente mencionado, residentes em Montemor-o-Novo, deslocaram-se a um local adequado à realização dos testes.

A recolha de dados para este trabalho teve, para cada grupo, um momento de treino e dois momentos distintos de avaliação. Os participantes foram avaliados com 7 dias de intervalo entre sessões, através do teste d2, em duas situações distintas: (i) repouso, (ii) após uma sessão de 30 minutos (exercício aeróbico ou exercício neuromotor). Foram posteriormente comparados os resultados de ambos os testes (repouso e após exercício). Salienta-se que antes de iniciarmos a investigação, foi aplicada uma sessão de treino do teste d2 a todos os grupos, de forma a que os participantes tivessem contato com o instrumento, compreendessem aquilo que era pedido e como forma de controlo do efeito de aprendizagem. O treino foi aplicado em tamanho A4, forma como o instrumento está validado. Contudo, durante a sessão experimental, os participantes manifestaram dificuldades em perceber as letras. Durante a correção notou-se que as dificuldades resultavam do tamanho dos itens e não por falta de compreensão da tarefa. Assim, foi decidido aplicar o teste em tamanho A3, o que se revelou mais adequado.

A sessão de exercício aeróbico foi constituída por uma caminhada com intensidade moderada de 30 minutos. A sessão de exercício neuromotor foi previamente delineada por técnicos com experiência na referida área, onde foram focadas essencialmente atividades físicas que implicassem o uso acentuado de recursos cognitivos. Todos os participantes do grupo experimental aeróbico e do grupo experimental neuromotor realizaram a avaliação da atenção visual antes e após a sessão (7 dias de intervalo entre cada aplicação). Os participantes que pertenciam ao grupo de controlo,

realizaram também o teste de atenção visual duas vezes (com 7 dias de intervalo); em ambos os momentos o teste de atenção visual foi efetuado em repouso.

Apesar da existência de dois grupos experimentais com tipos de exercício diferentes, procurámos em que ambos os casos o exercício fosse realizado a uma intensidade moderada. De forma a controlar a intensidade do exercício foram utilizados acelerómetros pela maior parte dos participantes (n=55). Definiu-se como atividade física moderada valores entre 2020 e 5998 *counts* por minuto (Baptista et al., 2012). A não utilização de acelerómetros por parte de todos os participantes deveu-se à inexistência de aparelhos suficientes.

O grupo experimental aeróbico foi constituído através da junção de 3 classes do programa *Séniiores Ativos*, duas delas com 12 participantes cada e uma outra com 7 participantes, perfazendo o total dos 31 participantes que constituíram o grupo experimental aeróbico. O grupo experimental neuromotor foi reunido através da junção de 2 classes do programa *Séniiores Ativos*, de 15 elementos cada.

Também a intensidade das sessões quer aeróbicas quer neuromotoras foram controladas, de forma a confirmarmos que a intensidade de ambas se encontrava acima dos 2020 *counts*, de modo a situarem-se dentro do nível de intensidade moderada.

3.2. Caraterização da Amostra

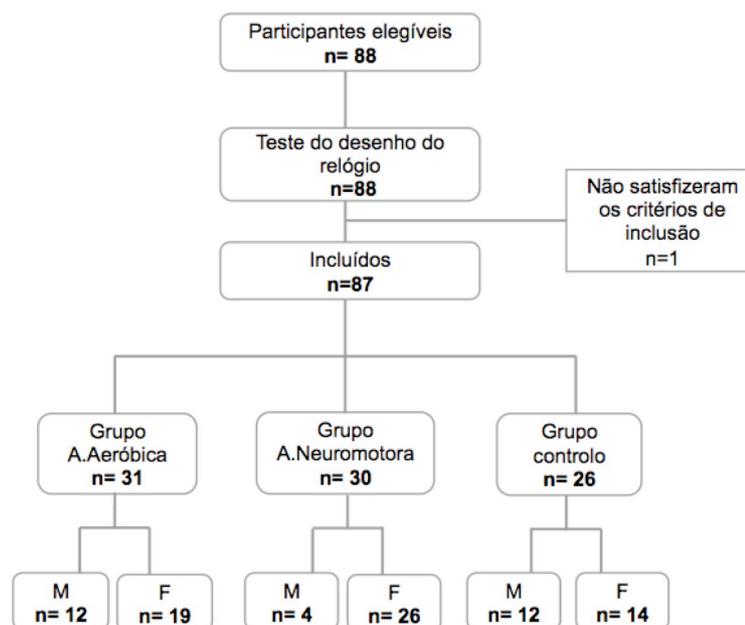


Figura 1 – Fluxograma da amostra

No presente estudo foram incluídas pessoas com mais de 55 anos, residentes no distrito de Évora (cidade de Évora e Montemor-o-Novo). A Câmara Municipal de Évora facultou-nos uma listagem dos grupos, dias e horários, bem como uma listagem com os participantes de cada grupo do programa *Séniiores Ativos*.

Para a seleção da amostra foram considerados diversos critérios de inclusão: os participantes serem autónomos, saudáveis, não apresentarem sinais de demência ou algum tipo de diagnóstico que impedisse a participação nos programas de intervenção, terem idades acima dos 55 anos, praticarem atividade física regular e serem alfabetizados. De modo a despistar possíveis indícios de demência, todos os potenciais participantes do estudo realizaram o Teste do Relógio, em que Sunderland et al. (1989) consideraram como o ponto de corte ideal o valor 6 (numa escala de 10 pontos), sendo definido esse valor como classificação mínima para inclusão na amostra (Hamdan & Hamdan, 2009). Após a aplicação deste teste, foi excluído 1 participante que se encontrava abaixo da linha de corte dos critérios de cotação.

Assim, a amostra foi constituída por 87 pessoas, 28 do sexo masculino e 59 do sexo feminino. A amostra foi dividida em 1 grupo controlo e 2 grupos experimentais, sendo um deles de exercício aeróbico e o outro de exercício neuromotor. O grupo de controlo foi constituído por 12 participantes do sexo masculino e 14 participantes do sexo feminino, o grupo experimental aeróbico por 12 participantes do sexo masculino e 19 participantes do sexo feminino, por fim o grupo experimental neuromotor foi constituído por 4 participantes do sexo masculino e 26 participantes do sexo feminino. Há que referir que alguns participantes do grupo de controlo (n=10) foram provenientes de Montemor-o-Novo, devido ao facto deste ser bastante mais reduzido, comparativamente com os grupos experimentais, havendo a necessidade de equilibrar a amostra. É de salientar que estes participantes tinham genericamente as mesmas características, tendo sido utilizados os mesmos critérios de inclusão.

Os participantes foram informados dos objetivos do estudo e dos procedimentos práticos, ficando explícita a possibilidade de abandonarem o estudo voluntariamente a qualquer momento, sem qualquer tipo de consequência. Foi-lhes garantida a confidencialidade dos resultados do estudo bem como dos dados clínicos referidos pelos participantes. De forma a darem o seu consentimento para participar no estudo, foi entregue a cada participante uma declaração de consentimento informado que foi assinada e devolvida ao investigador.

O estudo foi aprovado pelo Comité de Ética da Universidade de Évora e conduzido de acordo com a Declaração da Associação Médica Mundial de Helsínquia em estudos humanos (World Medical Association, 1990).

Tabela 2 - Parâmetros de caracterização da amostra (Média±DP).

	Grupo controlo	Grupo aeróbico	Grupo neuromotor	<i>P</i>
Sexo	M, 12 F, 14	M, 12 F, 19	M, 4 F, 26	0,020 ^a
Idade (anos)	65,65±6,64	69,39±5,98	67,10±6,06	0,077 ^b
Escolaridade (anos)	6,88±4,83	4,97±3,34	4,10±1,67	0,039 ^c
Teste Desenho do Relógio (pontos)	9,31±0,47	9,10±0,54	9,17±0,38	0,265 ^c

Nota: M-masculino; F-feminino; ^a teste *Chi-Square*; ^b teste *one-way ANOVA*; ^c teste *Kruskal-Wallis*.

3.3. Descrição das Sessões

A sessão de *exercício aeróbico* consistiu numa caminhada com intensidade moderada de 30 minutos. Foram colocados acelerómetros nos participantes e após a indicação do investigador foi iniciada a caminhada, os participantes encontravam-se o mais próximo possível do investigador, devendo manter a intensidade de passada do mesmo.

Antes do início do estudo propriamente dito, também foi testada a sessão de exercício aeróbico. Utilizaram-se acelerómetros e o investigador utilizou um telemóvel com GPS para garantir que a intensidade da passada era constante. Após análise dos dados do acelerómetro, percebemos que havia a necessidade de diminuir a intensidade da marcha. No treino a intensidade da passada foi de 6km/h. Voltámos a testar, reduzindo para 4km/h, após a análise dos dados percebemos então que se tratava da intensidade adequada para estarmos perante atividade física moderada.

Relativamente à sessão de *exercício neuromotor*, tratou-se de uma sessão de 30 minutos, que foi previamente delineada no sentido de nos focarmos em atividades de cognição e funções executivas. O planeamento da sessão foi então delineado para mobilizar os seguintes recursos/capacidades:

- ✓ Atenção e sistema perceptivo, especialmente o sistema auditivo e visual;

- ✓ Coordenação perceptivo-motora;
- ✓ Velocidade de processamento informacional;
- ✓ Equilíbrio e mobilidade;
- ✓ Esquema corporal;
- ✓ Coordenação dinâmica manual e bi-manual;
- ✓ Estruturação espaço-temporal.

Antes de ser dado início à sessão, foram colocados acelerómetros na maioria dos participantes.

Na planificação da sessão procurámos manter a intensidade das atividades de forma homogénea ao longo dos 30 minutos da sessão. Essa mesma intensidade foi previamente testada. Após terem sido analisados os dados retirados dos acelerómetros da sessão experimental, houve a necessidade de rever a planificação da mesma, dado que foram encontrados valores abaixo da atividade física moderada. Após a experimentação da planificação já retificada, verificou-se um aumento de intensidade para atividade física moderada.

A sessão foi iniciada com o “jogo de dupla tarefa” em que os participantes caminharam livremente pelo espaço, em marcha contínua, e desempenharam as tarefas que lhes foram propostas, tais como: realizar um “s” durante o percurso da marcha, desenhar diferentes formas com as mãos enquanto caminhavam (quadrado, triângulo, etc). Esta atividade teve como objetivo levar as pessoas a dividir a atenção em duas tarefas distintas e permitiu também o aquecimento, adequada a um início de sessão. Na atividade seguinte, “jogo da corrente/apanhada”, os participantes encontravam-se em marcha, dispersos pelo espaço. Um dos elementos (monitor) iniciou o jogo, tendo de apanhar um dos participantes. Após apanhar o primeiro participante ficaram de mãos dadas e assim sucessivamente até serem apanhados todos os participantes, formando assim uma corrente. Tratou-se de uma atividade mais dinâmica/ativa. Passámos para o “jogo da bola quente”, onde metade dos elementos tinham uma bola e a outra metade não. O objetivo era tocar com a bola num dos elementos que não tinha bola, o que implicava uma rápida pesquisa visual por parte dos participantes. Uma vez tocado pela bola, o elemento ficava portador da mesma, tentando livrar-se dela da mesma forma que o elemento anterior. Esta atividade também se caracterizava por um nível relativamente elevado de intensidade. Em seguida tivemos “exercícios de bola” focados na agilidade e na coordenação

óculo-manual, em que os participantes tinham de executar uma série de tarefas, tais como: bater bola no chão com a mão direita, bater bola no chão com a mão esquerda, atirar bola ao ar e apanhar, atirar bola ao ar e bater uma palma antes de apanhar, atirar bola ao ar e bater duas palmas antes de apanhar e atirar bola ao ar bater duas palmas e deixar a bola cair no chão antes de apanhar. Seguiu-se novamente para o “jogo da corrente/apanhada” (já explicado acima). Continuámos com o jogo dos “sinais verbais”, em que os participantes tinham de associar estímulos auditivos a atividades motoras, 1- fechar a mão direita, 2 - fechar a mão esquerda, 3 - bater palmas uma vez, 4 - cruzar os braços ao peito (mão direita ao ombro esquerdo e mão esquerda ao ombro direito. Por fim, no “jogo das cores”, os participantes encontravam-se a caminhar livremente pelo espaço e o monitor indicava cores ao acaso, que estivessem ao alcance dos participantes, tendo os mesmos de ir tocar o mais rapidamente possível na cor mencionada (por exemplo uma peça de roupa de um colega, uma parede amarela, etc).

Nos intervalos das atividades, enquanto escutavam a instrução do monitor, os participantes marchavam sem sair do lugar (elevar joelhos, alternadamente) de forma a que não parassem, mantendo-se sempre em movimento.

3.4. Instrumentos de Avaliação

Teste d2

O teste d2 avalia a capacidade de atenção e concentração numa determinada tarefa. A atenção é uma faculdade com uma enorme repercussão no funcionamento intelectual, emocional e social do ser humano, ajudando-nos a compreender muitos comportamentos normais e deficitários ou patológicos. Em termos práticos, este teste é de fácil aplicação, requer material extremamente simples e o tempo de aplicação da prova não excede os 10 minutos. Foi utilizada a adaptação para português de Ferreira e Rocha (2006) da versão original de (Brickenkamp, 1962).

O teste foi aplicado em tamanho A3, numa versão ampliada, num local calmo, com boa iluminação, livre de quaisquer distrações ou possíveis interrupções. Foram utilizadas mesas com superfície lisa e ampla. Todos os participantes que utilizavam óculos para ler/ver fizeram-se acompanhar dos mesmos. O teste foi aplicado a participantes alfabetizados.

Todos os participantes foram informados acerca dos objetivos do teste, que o mesmo tinha como objetivo medir a capacidade de concentração e atenção. A tarefa foi descrita de forma clara e concisa. Foi-lhes apresentado um exemplo devidamente ampliado com as 3 respostas corretas possíveis. O exemplo foi constituído por 3 letras **d**, cada uma delas acompanhada por 2 traços, o primeiro **d** tem 2 traços em cima, o segundo **d** tem 2 traços em baixo, e o último **d** tem 1 traço em cima e 1 traço em baixo. Foi-lhes dada a instrução de que a tarefa consistia em procurar as letras **d** iguais às do exemplo apresentado anteriormente, ou seja, as que têm 2 traços. Para assinalar tinham de fazer um traço por cima da letra (/) e, caso se enganassem, bastava fazer uma cruz (x) sobre a linha assinalada incorretamente. Foi chamada a atenção para o facto de existirem várias letras **d** com mais ou menos que 2 traços e de existirem também letras **p** que não deviam ser assinaladas.

Foi entregue a cada participante um item para treino. Após terem feito o treino, o mesmo foi corrigido e só após todos terem percebido os procedimentos é que partimos para a aplicação do teste.

A folha do teste estava virada para baixo e os participantes só a podiam virar após ser dada a instrução do investigador. Foi explicado que nessa mesma folha iam encontrar 14 linhas, idênticas à linha na qual praticaram. Antes de ser iniciado o teste, foi reforçada a instrução que deveriam realizar o teste o mais rapidamente possível sem cometerem erros. O teste foi iniciado na linha 1 e a cada 20 segundos era dada a indicação para mudarem imediatamente de linha, com a palavra MUDAR (versão standard).

Quanto à correção, tratou-se de um processo bastante simples, uma vez que as folhas de resposta auto-corrigíveis permitiram verificar, visualmente, os acertos e os erros dos participantes. Foram calculadas as seguintes variáveis de acordo com o manual do teste em português (Ferreira & Rocha, 2006):

Total de caracteres processados (TC): para cada uma das 14 linhas verificou-se qual a posição da última letra assinalada. Recorrendo à régua que se situa por cima da linha 1 e por baixo da linha 14 (a numeração varia entre 1 e 47). Após registar para as 14 linhas, calculou-se o somatório.

Total de acertos (TA): em cada uma das 14 linhas verificou-se o número de letras **d** assinaladas corretamente, ou seja, número de traços (/) que estão dentro dos retângulos brancos. Após o registo para as 14 linhas, calculou-se o somatório.

Erros por omissão (E1): em cada uma das 14 linhas verificou-se o número de letras **d** com dois traços que não foram assinaladas, ou seja, contaram-se os retângulos que foram deixados em branco. Apenas foram considerados os retângulos existentes até à última letra assinalada. Após registado para as 14 linhas, calculou-se o somatório.

Erros por marcação de caracteres irrelevantes (E2): em cada uma das 14 linhas verificou-se o número de caracteres irrelevantes (letras **d** com mais ou menos de dois traços assim como as letras **p**) assinalados. Contámos as marcas (/) registadas fora dos retângulos. Só foram consideradas as marcas até à última letra assinalada. Após registado para as 14 linhas, calculou-se o somatório.

Total de erros (E): somámos o total de E1 com o total de E2.

Total de eficácia (TC-E): o resultado foi obtido através da diferença entre o total de caracteres processados (TC) e o número total de erros (E), $TC-E = \sum TC - \sum (E1 + E2)$.

Índice de concentração (IC): o resultado foi obtido através da diferença entre o TA e o E2, $IC = \sum TA - \sum E2$

O examinador procura na coluna TC o valor máximo e o valor mínimo obtidos pelo sujeito. O resultado de IV foi obtido através da diferença entre o valor máximo (TC_{máx}) e o valor mínimo (TC_{min}).

Percentagem de erros (E%): Multiplica-se o E por 100 e divide-se esse valor pelo TC. O resultado corresponde à percentagem de erros cometidos pelo sujeito.

$$E\% = \frac{100 \sum (E1 + E2)}{\sum TC}$$

Teste do Desenho do Relógio

O Teste do Desenho do Relógio é um instrumento de avaliação cognitiva. Trata-se de um teste de fácil e rápida aplicação, sobretudo em pessoas idosas. Pode ser utilizado como um instrumento de rastreio clínico para ajudar no diagnóstico de idosos com demência (Hamdan & Hamdan, 2009). Apesar de o Teste do Desenho do Relógio ser uma tarefa frequentemente utilizada na avaliação de défices cognitivos em pacientes com Doença de Alzheimer, não existe concordância nos critérios de instruções e de

pontuação para realizar a tarefa. Nos últimos anos os estudos distinguem essencialmente duas formas de aplicação do referido teste. Na presente investigação foi aplicada a chamada de “condição de comando verbal”. Segundo esta condição, solicita-se aos participantes que desenhem um relógio analógico sem um modelo exposto (Hamdan & Hamdan, 2009). A segunda forma é designada por “condição de cópia”, em que os participantes copiam um relógio, seguindo o exemplo de um modelo (Hamdan & Hamdan, 2009).

Na condição de comando verbal está presente a capacidade linguística necessária para a compreensão das instruções verbais, bem como a memória, uma vez que os participantes têm de “imaginar”/lembrar-se de um relógio para que o possam desenhar (memória semântica) e das instruções específicas para o desenhar (memória episódica). Consequentemente, essa condição é sensível às alterações do lobo temporal (esquerdo e direito) que intervém nos processos linguísticos e de memória. Porém, também é uma tarefa sensível a alterações do lobo frontal que controla a execução e realização da tarefa (Hamdan & Hamdan, 2009).

Conforme mencionado anteriormente, não existe concordância relativamente aos critérios de pontuação do teste. Segundo Cacho, Arcaya e Lantada, (1999), a utilização de diferentes pontos de corte no Teste do Desenho do Relógio para diferenciar sujeitos com demência de sujeitos que não apresentem demência tem como fundamento os critérios de aplicação do teste. Sunderland et al. (1989) consideram como o ponto de corte ideal, numa escala de 10 pontos, o valor 6, na condição utilizada na condição de comando.

Num outro estudo Lee, Swanwick, Coen e Lawlor (1996), utilizando os mesmos critérios, obtiveram sensibilidade de 67%, podendo essa diferença resultar dos diferentes critérios empregados para selecionar os sujeitos, dado que a sensibilidade aumenta com o avanço da doença. Watson, Arfken e Birge (1993), aplicaram o teste também na condição de comando, no entanto com algumas modificações, os participantes desenhavam uma esfera, no entanto, não indicavam as horas. Estabeleceram um sistema de 10 pontos analisando a relação dos números com os quatro quadrantes do relógio, obtendo com o ponto de corte 4 sensibilidade de 87% e uma especificidade de 82% para diferenciar sujeitos com demência de sujeitos sem demência. Powlishta et al. (2002) analisaram seis métodos diferentes de pontuação, concluindo que todos os métodos apresentam boa sensibilidade e especificidade para

distinguir idosos saudáveis de idosos com demência leve. Apesar dos diversos sistemas de cotação do teste, não existe atualmente um único método que seja reconhecido como universal (Freitas & Simões, 2010).

Quanto à marcação da hora (time setting), segundo Freedman et al. (1994), por norma é pedido ao paciente que marque “8:20”, ficando um ponteiro em cada hemiespaço, permitindo assim a avaliação do processo de hemiatenção, nos quadrantes inferiores, considerada “área parietal”, o que potencia a sensibilidade do teste à disfunção visuoespacial. Outros autores (Goodglass & Kaplan, 1983; Kaplan, 1988) aconselham a utilização do horário “11:10”, mantendo também um ponteiro em cada hemiespaço, mas nos quadrantes superiores, considerada “área temporal”. Este time setting está mais relacionado com as funções executivas, permitindo avaliar melhor a capacidade de processamento abstrato e a tendência do paciente para processar a informação a um nível mais perceptivo do que semântico, na medida em que o ponteiro do minutos que marca “10 minutos” deve ser colocado no número “2” e não no número “10” que está adjacente ao número “11”. É comum pacientes com disfunção do lobo frontal, com disfunção cerebral difusa e levemente deteriorados, deixarem-se “capturar pelo estímulo” e cometerem o tipo de erro designado por “stimulus-bound”, marcando o ponteiro dos minutos no número 10.

Foi utilizada, na condição de comando verbal, a marcação da hora “11:10” (a mais comum), assim como a pontuação proposta originalmente por Sunderland et al. (1989), que consiste numa escala de pontuação de 0 a 10 pontos, em que 0 corresponde ao relógio totalmente incorreto ou inexistente, e 10 corresponde ao relógio totalmente correto.

Para a sua realização, foi entregue a cada participante uma folha em branco e um lápis. Foi devidamente explicada a tarefa, pedindo-se que fizessem o desenho de um relógio, fazendo um círculo e colocando os números na posição correta dentro do círculo. Os participantes não podiam olhar para o relógio de pulso. Aqueles que estavam a utilizar relógio retiraram e guardaram o mesmo. Após estar desenhado o círculo com os respetivos números foi dada a instrução para marcarem 11 horas e 10 minutos. O Teste de Desenho do Relógio não teve tempo limite de aplicação.

Acelerometria

Os acelerómetros foram utilizados para medir a atividade física de forma rigorosa e objetiva. Os acelerómetros foram concebidos para detetar a frequência e a intensidade do movimento humano normal. São aparelhos de dimensões reduzidas e leves e são utilizados num cinto de velcro na anca, no tornozelo ou pulso. Fazem a contagem do movimento e a informação fica armazenada na memória, tendo de ser descarregada posteriormente para o computador. Os acelerómetros são possuidores de um pequeno filtro elétrico que rejeita um movimento de força que seja fora do normal ao do movimento humano (Riddoch et al., 2004).

Idealmente, o acelerómetro deve ser colocado o mais próximo possível do centro de massa do corpo, a colocação do mesmo na anca tornou-se a mais comum e foi desta forma que os participantes do presente estudo o utilizaram. Não há diferenças se o acelerómetro for usado do lado direito ou do lado esquerdo, no entanto, o protocolo padrão sugere que seja utilizado apenas de um dos lados de forma regular. O lado direito pode ser mais conveniente, uma vez que a maioria das pessoas é destra (Trost, McIver, & Pate, 2005).

A unidade de medida utilizada é o *count*, que representa a intensidade de cada intervalo de tempo específico de cada intensidade de atividade (Riddoch et al., 2004).

Os acelerómetros foram utilizados para controlar a intensidade. O critério para considerar a atividade física como moderada foi o registo de valores entre 2020 e 5998 *counts* por minuto (Baptista et al., 2012).

3.5. Tratamento estatístico

Os dados foram alvo de uma análise estatística descritiva e inferencial. Na estatística descritiva foram utilizadas as médias, desvios padrão e intervalos de confiança com 95%.

A normalidade da distribuição das diversas variáveis foi testada através do teste de *Shapiro-Wilk*, sendo a homogeneidade de variâncias testada com o teste de *Levene*.

De forma a serem comparadas as diversas variáveis entre os grupos no início do estudo, realizou-se o teste *One-Way Anova* ou o teste *Kruskal Wallis*.

Para analisar os efeitos do pré- para o pós-teste, foi utilizado o teste Anova com medidas repetidas e o teste post-hoc de *Bonferroni*. Os valores obtidos nos pré-testes foram utilizados como co-variável.

Foi também efetuada uma análise intra-grupo entre o primeiro e o segundo momento de avaliação através do teste d2, usando-se para o efeito o teste *t* para amostras emparelhadas.

Para o tratamento estatístico, foi utilizado o programa SPSS 20 (*IBM SPSS Statistics*). Para todos os testes estatísticos foi utilizado um nível de significância de 95% ($p < 0.05$).

4. Resultados

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos pelos grupos no teste d2 nos dois momentos de avaliação. Não foram encontrados efeitos significativos na atenção visual em resultado da realização de uma sessão de exercício.

Tabela 3 - Comparação dos resultados do teste de atenção por grupos e por sessão (Média±DP)

	Pré-teste	Pós-teste	Alterações do pré-para o pós- teste (Média 95% IC)	<i>p</i> *
<i>Total de caracteres processados</i>				
Controlo	350,50±82,07	394,08±90,05	43,58 (26,14; 61,01)	0,141
Aeróbico	360,90±85,63	385,03±90,36	24,13 (4,32; 43,94)	
Neuromotor	354,30±71,84	374,03±65,87	19,73 (5,04; 34,43)	
<i>Total de acertos</i>				
Controlo	133,77±29,41	151,00±32,33	17,23 (9,93; 24,53)	0,287
Aeróbico	130,71±31,15	146,94±34,62	16,23 (10,71; 21,74)	
Neuromotor	130,87±27,16	142,13±26,34	11,27 (6,07; 16,47)	
<i>Erros por omissão</i>				
Controlo	13,96±14,73	14,77±14,61	0,81 (-1,54; 3,16)	0,133
Aeróbico	21,94±33,51	15,06±19,61	-6,87 (-13,66; -0,09)	
Neuromotor	18,27±20,03	15,10±16,70	-3,17 (-6,55; 0,22)	
<i>Erros por marcação de caracteres irrelevantes</i>				
Controlo	2,88±7,55	1,58±3,48	-1,31 (-4,73; 2,12)	0,300
Aeróbico	1,87±4,38	1,58±3,50	-0,29 (-1,21; 0,63)	
Neuromotor	2,03±3,30	3,07±6,43	1,03 (-1,05; 3,11)	
<i>Total de eficácia</i>				
Controlo	333,65±78,67	377,73±84,58	44,08 (25,58; 62,57)	0,137
Aeróbico	337,10±72,73	368,39±85,06	31,29 (16,17; 46,41)	
Neuromotor	334,00±67,45	355,87±65,56	21,87 (8,15; 35,59)	
<i>Índice de concentração</i>				
Controlo	130,88±31,85	149,42±32,92	18,54 (9,60; 27,47)	0,142
Aeróbico	128,84±32,14	145,35±35,47	16,52 (11,41; 21,62)	
Neuromotor	128,83±28,89	139,07±29,64	10,23 (5,05; 15,42)	
<i>Percentagem de erros (%)</i>				
Controlo	4,73±4,42	4,02±2,97	-0,71 (-1,99; 0,57)	0,196
Aeróbico	5,91±7,26	4,15±4,41	-1,76 (-3,07; -0,45)	
Neuromotor	5,62±5,38	4,94±4,87	-0,68 (-1,53; 0,18)	

*Valor de *p* relativo à comparação entre grupos (*Anova* com medidas repetidas). IC, intervalo de confiança

No grupo experimental neuromotor, 24 participantes utilizaram acelerómetro. Dos que utilizaram, 14 tiveram valores dentro dos critérios utilizados para considerar a atividade física como moderada. A média de número de *counts* para o grupo neuromotor foi de 2283,60 ± 1022,70 *counts*. No grupo experimental aeróbico, utilizaram acelerómetro 31 participantes e apenas 1 esteve abaixo do nível de

intensidade considerado atividade física moderada. A média de número de *counts* para o grupo aeróbico foi de $3024,98 \pm 631,13$. De referir que existiram diferenças significativas no valor de *counts* entre o grupo neuromotor e o grupo aeróbico ($t_{(53)} = -3,308$; $p = 0,002$). Todos os participantes utilizaram acelerómetro ($n=55$), à exceção do grupo experimental neuromotor, dado o número insuficiente de aparelhos.

5. Discussão

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos agudos de uma única sessão de exercício sobre a atenção visual de pessoas idosas. Mais especificamente, pretendeu-se perceber se o exercício aeróbico ou o exercício neuromotor tinham efeitos diferenciados na atenção visual e na capacidade de concentração. Os resultados encontrados não evidenciaram efeitos significativos dos dois tipos de exercício agudo nas variáveis estudadas.

Para enquadrar os resultados é necessário ter em consideração alguns estudos importantes nesta área. Apesar de um estudo de meta-análise revelar efeitos positivos de magnitude pequena do exercício agudo sobre a performance cognitiva (Chang, Labban, Gapin, & Etnier, 2012), nem todas as abordagens realizadas sobre o tema têm revelado estes resultados. Por exemplo, (Chang & Etnier, 2009), num estudo com adultos de meia idade ($49,1 \pm 8,73$ anos) que realizaram testes cognitivos após um bloco de exercícios de força resistente, numa sessão de 45 minutos a uma intensidade moderada, não encontrou efeitos nas funções executivas, concentração e atenção medidos pelo Trial Making Test. No entanto, no mesmo estudo, estas mesmas funções cognitivas medidas pelo Stroop Test revelaram efeitos positivos da aplicação do exercício agudo. Os autores deste estudo justificaram estes resultados com a possibilidade dos dois testes referidos refletirem diferentes tipos de funções executivas. Também (Lambourne & Tomporowski, 2010) refere que o tipo de tarefa avaliada após o exercício faz variar os efeitos entre o exercício e a cognição. Numa análise de meta regressão, estes autores mostraram que os testes de memória apresentavam efeitos maiores que os testes de funções executivas ou processamento de informação. Assim, é possível que o teste aplicado, baseado na atenção visual e capacidade de concentração, não tenha sido capaz de quantificar os efeitos das sessões de exercício agudo aplicadas aos grupos experimentais.

Um outro aspeto que pode ter influenciado os resultados encontrados prende-se com o tempo entre o final do exercício e a aplicação do teste. Uma meta análise, acerca do efeito de exercício agudo sobre a performance cognitiva, evidencia que a aplicação de testes cognitivos nos 10 minutos que se seguem à prática do exercício tem um efeito negativo no resultado dos testes, existindo um efeito positivo nos 11-20 minutos do término dos exercícios (Chang et al., 2012). Tal facto sugere que os mecanismos

subjacentes aos benefícios cognitivos sofrem o impacto da intensidade do exercício e esse efeito diminui bastante após a cessação do exercício. Assim, supõe-se que o exercício pouco intenso resulta num nível apropriado de mecanismos fisiológicos imediatamente após o exercício, mas que é necessário um exercício mais intenso para os efeitos serem maximizados em relação ao tempo que passa entre a sessão de exercício e o desempenho da tarefa cognitiva (Chang et al., 2012). Tal pode sugerir que os mecanismos são relevantes e que necessitam de algum tempo para poderem atingir o seu pico máximo necessário ao benefício da atividade cognitiva. Na metodologia do presente trabalho, foi definida a aplicação do teste d2 imediatamente após a prática do exercício físico. Para um estudo no futuro sugere-se o controlo deste fator, de modo a verificar de que forma o tempo de espera poderá afetar os resultados obtidos.

A intensidade da sessão é também um fator importante a considerar. Segundo a literatura, no que concerne à intensidade e à duração do exercício, são fatores que potencialmente podem interferir nos resultados das investigações que abordam os efeitos do exercício sobre as tarefas cognitivas (Antunes et al., 2006). Caso a intensidade do exercício exceda um determinado nível ou o exercício ultrapasse um determinado período de tempo, a fadiga é inevitável, o que em alguns casos pode levar a um decréscimo do desempenho cognitivo. Tomporowski (2003) concluiu que o exercício aeróbio submáximo realizado com a duração entre 20 e 60 minutos facilita aspetos específicos do processamento da informação, quer durante, quer após esse exercício. Na presente investigação foi necessário efetuar um ajuste entre os grupos, tal como já foi referido na metodologia, para que ambos realizassem o exercício a uma intensidade moderada. Tal facto era importante para perceber se uma eventual melhoria a nível de concentração se devia efetivamente às características perceptivo-cognitivas das tarefas realizadas pelos grupos experimentais, controlando para tal a contribuição da intensidade do exercício. Ambos os grupos experimentais teriam que estar no mesmo patamar. No entanto, apesar de ambos se encontrarem no nível moderado, de acordo com as medidas recolhidas com os acelerómetros durante as sessões, o grupo aeróbico foi significativamente mais intenso ($counts = 3024,98 \pm 631,13$) que o grupo neuromotor ($counts = 2283,60 \pm 1022,70$). Este aspecto pode condicionar a eficácia da sessão neuromotora, diminuindo o aporte sanguíneo, identificado como um dos principais fatores para a melhoria de tarefas cognitivas

(Marmeleira, 2013). Quando se consideram mecanismos, tais como a frequência cardíaca, catecolaminas e fator neurotrófico derivado do cérebro, o nível de intensidade do exercício é importante para determinar a quantidade de alterações adquiridas nestes mecanismos fisiológicos e isso pode também ser importante para a previsão dos efeitos comportamentais (Chang et al., 2012). Relativamente ao uso dos acelerómetros para avaliação da intensidade da sessão, e tendo em consideração as características da população, é importante considerar que este instrumento caracteriza a exigência da sessão, mas não a intensidade sentida por cada participante. Assim, é possível que o nível moderado medido pelos acelerómetros não se tenha traduzido numa intensidade suficiente para promover alterações fisiológicas durante e após a sessão. Este efeito é aumentado pelo facto dos diferentes grupos apresentarem uma distribuição por sexo significativamente diferente (Tabela 2), sendo este um fator que pode ter influenciado os resultados. Esta limitação decorreu de uma organização dos grupos que se encontrava definida *à priori*. Sugere-se que numa próxima intervenção sejam usados instrumentos capazes de medir o impacto fisiológico individual das sessões, como monitores de frequência cardíaca, por exemplo, e que a distribuição de elementos por grupo procure um maior equilíbrio.

O nível de atividade física e aptidão física de cada participante é também uma variável importante a controlar. Uma meta análise evidencia que indivíduos com nível moderado de aptidão física, quando sujeitos a uma avaliação deste tipo, não revelam efeitos significativos nos testes cognitivos, sendo nos indivíduos com alto nível de aptidão física que se verifica a melhor performance (Chang et al., 2012). Também Labelle, Bosquet, Mekary, & Bherer (2013), num estudo com jovens adultos, mostrou que o nível de aptidão física tem um efeito negativo no controlo executivo durante o exercício agudo. Neste estudo, os participantes com nível mais baixo de aptidão física reduziram o seu resultado na componente inibitória do teste de Stroop, após o aumento da intensidade do exercício agudo. Apesar de muitos autores indicarem a relação positiva entre o nível de aptidão física da pessoa idosa e a sua função cognitiva (Colcombe & Kramer, 2003; Kramer, Colcombe, McAuley, Scalf, & Erickson, 2005), não nos foi possível encontrar nenhum estudo que estude a interação deste fator com exercícios agudos. Todos os participantes envolvidos, de cada um dos grupos praticam atividade física regular, no entanto o seu nível de atividade física e aptidão física não foi controlado. Este aspeto poderia ajudar a explicar por que os

ossos resultados não apresentam diferenças significativas. Teria sido interessante a medição do nível de atividade física de cada participante, através da utilização de acelerómetros, no dia a dia dos participantes ou com a aplicação de um questionário, como o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Como sugestão futura, este estudo deveria ser aplicado a uma amostra em que os participantes apresentassem alto nível de atividade física, dado que, conforme referido acima, é nesses indivíduos que se verifica a melhor performance cognitiva.

Relativamente ao tempo e tipo de exercício, Lambourne & Tomporowski (2010) refere que, durante a sessão, apenas existem efeitos positivos nas capacidades cognitivas após 20 minutos de exercício e que a corrida tem um efeito negativo nas mesmas capacidades, contrariamente ao exercício em cicloergómetro. O nosso estudo considerou estes aspetos, aplicando os testes cognitivos após uma sessão de 30 minutos. Outra característica a considerar, prende-se com a intensidade do exercício. A hipótese do U invertido e o “arousal” sugerem que a intensidade do exercício influencia o efeito que se verifica no desempenho da tarefa cognitiva. A hipótese do U invertido sugere que o exercício físico moderado terá o maior benefício, enquanto que a “arousal” sugere que os maiores efeitos se verificam no exercício de intensidade máxima (Chang et al., 2012). Durante a prática do exercício, o “arousal” é ativado de modo a afetar os processos mentais básicos e a aumentar o desempenho nas tarefas que envolvam decisões rápidas e comportamentos automatizados. Após a prática do exercício, o “arousal” continua de modo a facilitar a aceleração dos processos mentais e também a aumentar o armazenamento da memória e recuperação. Deste modo, sob condições de exercício específico, os participantes podem executar tarefas simples de uma forma rápida e eficiente, podendo reter informações relativas aos resultados dessas ações (Lambourne & Tomporowski, 2010). Assim sendo, esta pode ser uma hipótese que pode ajudar a analisar os resultados obtidos no presente trabalho. Por exemplo, os 30 minutos de caminhada numa velocidade moderada podem não ter sido suficientes para aumentar o “arousal” a um nível ótimo para a realização da tarefa pedida, não existindo efeito da tarefa sobre a capacidade cognitiva (Marmeleira, 2013). Se tivessem sido programadas sessões com maior duração, eventualmente poderíamos ter tido outro tipo de resultados. Seria interessante verificar de que forma uma alteração no tempo das sessões, quer de exercício aeróbico, quer de exercício neuromotor, poderia trazer benefícios para este estudo. Também a intensidade da

sessão poderia ser aumentada de modo a tentar perceber se traria alguns benefícios. No entanto, dado que a idade média da amostra é de 65,7 anos, esse aumento de intensidade poderia ser controverso em função das recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM) existentes para esta população (Nelson et al., 2007). Um estudo realizado com mulheres idosas ($63,8 \pm 4,6$ anos), sujeitas a uma sessão de exercício agudo de intensidade elevada (90% do limiar anaeróbio) mostrou algumas melhorias ao nível do processamento cognitivo, medidas através da Torre de Hanoi e do Trial Making Test B (Córdova, Silva, Moraes, Simões, & Nóbrega, 2009).

Uma outra variável a ter em consideração é a altura do dia em que se procede ao exercício e aplicação do teste. Estudos evidenciam que o mesmo teste aplicado de manhã, à tarde ou à noite leva a alterações do nível do desempenho cognitivo dos participantes. Durante a manhã, verificam-se efeitos positivos, enquanto que à tarde ou à noite a aplicação do mesmo teste cognitivo não parece ter os mesmos benefícios, uma vez que não se verificam diferenças significativas no desempenho dos participantes em relação à situação de repouso (Chang et al., 2012). Na presente investigação o teste foi aplicado no grupo experimental aeróbico no período da manhã e no grupo experimental neuromotor no período da tarde, o que pode ter influenciado os resultados. Este aspecto pode ter levado a que os ritmos circadianos de cada grupo se manifestassem de forma diferenciada. Esta limitação decorreu de uma organização das sessões que não era possível controlar pelo grupo de investigadores, estando definida *à priori*. Sugere-se que em estudos futuros seja tida em consideração.

Um aspecto inovador da nossa abordagem prendeu-se com a aplicação de uma sessão de exercício neuromotor, dada a inexistência de estudos sobre o efeito agudo deste tipo de intervenção nas capacidades cognitivas. Este tipo de exercício contempla atividades físicas que implicam o uso acentuado de recursos cognitivos. Alguns estudos mostram a eficácia desta intervenção a nível crónico, numa escala temporal alargada, sugerindo benefícios em pessoas idosas nas tarefas cognitivas desenvolvidas nas sessões (Ball et al., 2002; Tranter & Koutstaal, 2008). De um ponto de vista agudo, o nosso estudo parece sugerir que uma sessão não é suficiente para promover melhorias a nível cognitivo em pessoas idosas. Para além dos aspetos apontados para a generalidade dos resultados, a relação entre este tipo de tarefa e a performance cognitiva pode estar mais dependente dos efeitos de aprendizagem e transferências de aprendizagens. (Marmeleira, 2013). Assim, apenas uma sessão de treino pode não ser

suficiente para promover este tipo de transferências para o teste aplicado. Para além deste aspeto, a intensidade da sessão deste grupo foi significativamente mais reduzida que o grupo aeróbio. Seria interessante procurar integrar este tipo de exercícios com solicitações cognitivas consideráveis numa sessão de maior intensidade.

6. Conclusão

No presente estudo não foram encontradas diferenças significativas nos efeitos agudos de uma única sessão de exercício sobre a atenção visual de pessoas idosas.

Mais especificamente, uma sessão de exercício aeróbico composta por uma caminhada de 30 minutos a uma intensidade moderada, e uma sessão de exercício neuromotor focada em atividades físicas que implicam o uso acentuado de recursos cognitivos não têm efeitos diferenciados na atenção visual de pessoas idosas.

7. Bibliografia

- Ajmani, R., Metter, E., Jaykumar, R., Ingram, D., Spangler, E., Abugo, O., & Rifkind, J. (2000). Hemodynamic changes during aging associated with cerebral blood flow and impaired cognitive function. *Neurobiology of Aging*, *21*(2), 257-269.
- Ando, S., Kokubu, M., Yamada, Y., & Kimura, M. (2011). Does cerebral oxygenation affect cognitive function during exercise? *European Journal of Applied Physiology*, *111*(9), 1973-1982.
- Antunes, H. K., Santos, R. F., Cassilhas, R., Santos, R. V., Bueno, O. F., & Mello, M. T. I. d. (2006). Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *12*(2), 108-114.
- Antunes, H. K. M., Santos, R. F., Heredia, R. m. A. G., Bueno, O. F. A., & Mello, M. d. (2001). Alterações cognitivas em idosos decorrentes do exercício físico sistematizado. *Revista da Sobama*, *6*(1), 27-33.
- Araujo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, *7*(6), 653-676.
- Audiffren, M., Tomporowski, P., & Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychologica*, *129*(3), 410-419.
- Audiffren, M., Tomporowski, P., & Zagrodnik, J. (2009). Acute aerobic exercise and information processing: modulation of executive control in a Random Number Generation task. *Acta Psychologica*, *132*(1), 85-95.
- Baker, L. D., Frank, L. L., Foster-Schubert, K., Green, P. S., Wilkinson, C. W., McTiernan, A., . . . Cholerton, B. A. (2010). Effects of Aerobic Exercise on Mild Cognitive Impairment: A Controlled Trial. *Archives of Neurology*, *67*(1), 71-79.
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., . . . Tennstedt, S. L. (2002). Effects of Cognitive Training Interventions With Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *288*(18), 2271-2281.
- Banhato, E. F., Scoralick, N. I. N., Guedes, D. V., Atalaia-Silva, K. C., & Mota, M. r. M. (2009). Atividade física, cognição e envelhecimento: estudo de uma comunidade urbana. *Psicologia: Teoria e Prática*, *11*(1), 76-84.

- Baptista, F., Santos, D., Silva, A., Mota, J., Santos, R., Vale, S., . . . Sardinha, L. (2012). Prevalence of the Portuguese population attaining sufficient physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *44*(3), 466-473.
- Baylor, A. M., & Spirduso, W. W. (1988). Systematic aerobic exercise and components of reaction time in older women. *The Journal of Gerontology* *43*(5), P121-126.
- Brickenkamp, R. (1962). *Test d 2: aufmerksamkeits-belastungs-test*. Hogrefe Gottingen.
- Cacho, J., Arcaya, J., & Lantada, N. (1999). Una propuesta de aplicación y puntuación del test del reloj en la enfermedad de Alzheimer. *Revista de Neurologia* *28*(7), 648-655.
- Chang, Y., Labban, J., Gapin, J., & Etnier, J. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research*, *1453*, 87-101.
- Chang, Y.-K., & Etnier, J. L. (2009). Effects of an acute bout of localized resistance exercise on cognitive performance in middle-aged adults: A randomized controlled trial study. *Psychology of Sport and Exercise*, *10*(1), 19-24.
- Chodzko-Zajko, W., & Moore, K. (1994). Physical fitness and cognitive functioning in aging. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *22*, 195-220.
- Cian, C., Barraud, P., Melin, B., & Raphel, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *42*(3), 243-251.
- Colcombe, S., Erickson, K., Raz, N., Webb, A., Cohen, N., McAuley, E., & Kramer, A. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *58*(2), 176-180.
- Colcombe, S., Erickson, K., Scalf, P., Kim, J., Prakash, R., McAuley, E., . . . Kramer, A. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *61*(11), 1166-1170.
- Colcombe, S., & Kramer, A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, *14*(2), 125-130.
- Córdova, C., Silva, V., Moraes, C., Simões, H., & Nóbrega, O. (2009). Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in

- elderly females. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 42(5), 458-464.
- Cotman, C., & Berchtold, N. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295-301.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., Boyle, C. A., Waller, J. L., Miller, P. H., Naglieri, J. A., & Gregoski, M. (2007). Effects of Aerobic Exercise on Overweight Children, Cognitive Functioning: A Randomized Controlled Trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(5), 510-519.
- Dietrich, A. (2006). Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Research*, 145(1), 79-83.
- Dietrich, A., & Sparling, P. (2004). Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and Cognition*, 55(3), 516-524.
- Dustman, R., Emmerson, R., & Shearer, D. (1994). Physical activity, age, and cognitive-neuropsychological function. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2(2), 143-181.
- Dustman, R. E., & White, A. (2006). Effect of Exercise on Cognition in Older Adults: A Reexamination. In L. Poon, W. Chodzko-Zajko & P. Tomporowski (Eds.), *Active Living, Cognitive Functioning, and Aging* (pp. 51-74). Champaign: Human Kinetics.
- Elleberg, D., & St-Louis-Deschênes, M. (2010). The effect of acute physical exercise on cognitive function during development. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(2), 122-126.
- Endres, M., Gertz, K., Lindauer, U., Katchanov, J., Schultze, J., Schröck, H., . . . Laufs, U. (2003). Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Annals of Neurology*, 54(5), 582-590.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., . . . White, S. M. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017-3022.
- Etnier, J. (2008). Interrelationships of exercise, mediator variables, and cognition. In W. Spirduso, L. Poon & Chodzko-Zajko (Eds.), *Exercise and its Mediating Effects on Cognition*. (pp. 13-32). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Etnier, J., Nowell, P., Landers, D., & Sibley, B. (2006). A metaregression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52(1), 119-130.
- Etnier, J. L., Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M., & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249-277.
- Ferreira, C., & Rocha, A. M. (2006). *Manual d2. Teste de atenção*. Lisboa: Cegoc
- Freedman, M., Leach, L., Kaplan, E., Winocur, G., Shulman, K. I., & Delis, D. C. (1994). *Clock drawing: A neuropsychological analysis*. New York: Oxford University Press.
- Freitas, S., & Simões, M. R. (2010). Teste do Desenho do Relógio: utilidade e validade como instrumento de rastreio cognitivo. *Psicologia, Educação e Cultura*, 14(2), 319-338.
- Friedland, R. (1990). Brain imaging and cerebral metabolism. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (pp. 197-211). Amsterdam: Elsevier Science.
- Fries, J. F. (1990). Medical perspectives upon successful aging. In P. B. Baltes & M. Baltes (Eds.), *Successful Aging: Perspectives from the Behavioral Sciences* (pp. 35-49). Cambridge: Cambridge University Press.
- Geis, P. P. (2003). *Atividade física e saúde na terceira idade: teoria e prática* (5ª ed.): Artmed Editora.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Hamdan, A. C., & Hamdan, E. M. L. R. (2009). Teste do desenho do relógio: desempenho de idosos com doença de Alzheimer. *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, 6(1), 98-105.
- Hattori, S., Naoi, M., & Nishino, H. (1994). Striatal dopamine turnover during treadmill running in the rat: relation to the speed of running. *Brain Research Bulletin*, 35(1), 41-49.
- Hawkins, H., Kramer, A., & Capaldi, D. (1992). Aging, exercise, and attention. *Psychology and Aging*, 7(4), 643-653.
- Hillman, C. H., Motl, R. W., Pontifex, M. B., Posthuma, D., Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2006). Physical activity and cognitive function in a

- cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychology, 25*(6), 678-687.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience, 159*(3), 1044-1054.
- Joyce, J., Graydon, J., McMorris, T., & Davranche, K. (2009). The time course effect of moderate intensity exercise on response execution and response inhibition. *Brain and Cognition, 71*(1), 14-19.
- Kamijo, K., Hayashi, Y., Sakai, T., Yahiro, T., Tanaka, K., & Nishihira, Y. (2009). Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences, 64*(3), 356-363.
- Kamijo, K., & Takeda, Y. (2009). General physical activity levels influence positive and negative priming effects in young adults. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology, 120*(3), 511-519.
- Kaplan, E. (1988). The process approach to neuropsychological assessment. In T. Bull & B. K. Bryant (Eds.), *Clinical Neuropsychology and Brain Function: Research, Measurement, and Practice* (pp. 129-167). Washington, D.C: American Psychological Association
- Kramer, A., Colcombe, S., Erickson, K., Belopolsky, A., McAuley, E., Cohen, N., . . . Wszalek, T. (2002). Effects of aerobic fitness training on human cortical function: a proposal. *Journal of Molecular Neuroscience, 19*(1-2), 227-231.
- Kramer, A., Colcombe, S., McAuley, E., Scalf, P., & Erickson, K. (2005). Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiology of Aging, 26*, 124-127.
- Kramer, A. F., & Willis, S. L. (2002). Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Current Directions in Psychological Science, 11*(5), 173-177.
- Labelle, V., Bosquet, L., Mekary, S., & Bherer, L. (2013). Decline in executive control during acute bouts of exercise as a function of exercise intensity and fitness level. *Brain and Cognition, 81*(1), 10-17.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Research, 1341*, 12-24.

- Lee, H., Swanwick, G., Coen, R., & Lawlor, B. (1996). Use of the clock drawing task in the diagnosis of mild and very mild Alzheimer's disease. *International Psychogeriatrics*, 8(3), 469-476.
- Marmeleira, J. (2013). An examination of the mechanisms underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *European Review of Aging and Physical Activity*(10), 83-94.
- McMorris, T. (2009). Exercise and cognitive function: a neuroendocrinological explanation. In T. McMorris, P. Tomporowsky & M. Audiffren (Eds.), *Exercise and Cognitive Function* (pp. 41-68). Chichester, West Sussex, UK: Willey & Blackwell.
- Meeusen, R. (2005). Exercise and the brain: insight in new therapeutic modalities. *Annals of Transplantation: Quarterly of the Polish Transplantation Society*, 10(4), 49-51.
- Meeusen, R., Piacentini, M., & De Meirleir, K. (2001). Brain microdialysis in exercise research. *Sports Medicine* 31(14), 965-983.
- Meeusen, R., Smolders, I., Sarre, S., de Meirleir, K., Keizer, H., Serneels, M., . . . Michotte, Y. (1997). Endurance training effects on neurotransmitter release in rat striatum: an in vivo microdialysis study. *Acta Physiologica Scandinavica*, 159(4), 335-341.
- Meirelles, M. E. (2000). *Atividade física na terceira idade: uma abordagem sistêmica* (3ª ed.): Sprint.
- Meyer, J., Terayama, Y., & Takashima, S. (1993). Cerebral circulation in the elderly. *Cerebrovascular and Brain Metabolism Reviews*, 5(2), 122-146.
- Mizoguchi, K., Shoji, H., Tanaka, Y., Maruyama, W., & Tabira, T. (2009). Age-related spatial working memory impairment is caused by prefrontal cortical dopaminergic dysfunction in rats. *Neuroscience*, 162(4), 1192-1201.
- Moonen, H. M., van Boxtel, M. P., de Groot, R. H., & Jolles, J. (2008). Improvement in physical functioning protects against cognitive decline: A 6-year follow-up in the Maastricht Aging Study. *Mental Health and Physical Activity*, 1(2), 62-68.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical Activity and Public Health in Older Adults. Recommendation From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116, 1094-1105.

- Pereira, B. (2004). Gerontomotricidade: Envelhecer melhor - da quantidade à qualidade. *Revista da Associação Portuguesa de Psicomotricidade*.
- Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R., & Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2(1), 16-22.
- Polito, M., & Farinatti, P. (2003). Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 79-91.
- Poon, L. W., & Harrington, C. A. (2006). Commonalities in aging-and fitness-related impact on cognition. In L. Poon, W. Chodzko-Zajko & P. Tomporowski (Eds.), *Active Living, Cognitive Functioning, and Aging* (pp. 187-195). Champaign: Human Kinetics.
- Powlishta, K., Von Dras, D., Stanford, A., Carr, D., Tsering, C., Miller, J., & Morris, J. (2002). The clock drawing test is a poor screen for very mild dementia. *Neurology*, 59(6), 898-903.
- Rahal, M. A., Andrusaitis, F. R., & Sguizzatto, G. T. (2007). Atividade física para o idoso e objetivos. In M. Papaléo-Netto (Ed.), *Tratado de Gerontologia* (pp. 781-794). São Paulo: Atheneu.
- Riddoch, C., Bo, A. L., Wedderkopp, N., Harro, M., Klasson-Heggebø, L., Sardinha, L., . . . Ekelund, U. (2004). Physical activity levels and patterns of 9-and 15-yr-old European children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 86-92.
- Roth, D., Goode, K., Clay, O., & Ball, K. (2003). Association of physical activity and visual attention in older adults. *Journal of Aging and Health*, 15(3), 534-547.
- Secher, N., Seifert, T., & Van Lieshout, J. (2008). Cerebral blood flow and metabolism during exercise: implications for fatigue. *Journal of Applied Physiology* 104(1), 306-314.
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., Gwin, J. T., . . . Lipps, D. B. (2010). Motor Control and Aging: Links to Age-Related Brain Structural, Functional, and Biochemical Effects. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34(5), 721-733.
- Shay, K., & Roth, D. (1992). Association between aerobic fitness and visuospatial performance in healthy older adults. *Psychology and Aging*, 7(1), 15-24.

- Singh-Manoux, A., Hillsdon, M., Brunner, E., & Marmot, M. (2005). Effects of Physical Activity on Cognitive Functioning in Middle Age: Evidence From the Whitehall II Prospective Cohort Study. *American Journal of Public Health, 95*(12), 2252-2258.
- Slosman, D., Chicherio, C., Ludwig, C., Genton, L., de Ribaupierre, S., Hans, D., . . . de Ribaupierre, A. (2001). 133 Xe SPECT cerebral blood flow study in a healthy population: determination of T-scores. *Journal of Nuclear Medicine: Official Publication, Society of Nuclear Medicine, 42*(6), 864-870.
- Spiriduso, W. (1980). Physical fitness, aging, and psychomotor speed: a review. *The Journal of Gerontology, 35*(6), 850-865.
- Sunderland, T., Hill, J., Mellow, A., Lawlor, B., Gundersheimer, J., Newhouse, P., & Grafman, J. (1989). Clock drawing in Alzheimer's disease. A novel measure of dementia severity. *Journal of the American Geriatrics Society, 37*(8), 725-729.
- Swain, R., Harris, A., Wiener, E., Dutka, M., Morris, H., Theien, B., . . . Greenough, W. (2003). Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience, 117*(4), 1037-1046.
- Takada, H., Nagata, K., Hirata, Y., Satoh, Y., Watahiki, Y., Sugawara, J., . . . Inugami, A. (1992). Age-related decline of cerebral oxygen metabolism in normal population detected with positron emission tomography. *Neurological Research, 14*(2 Suppl), 128-131.
- Tomporowski, P. (1997). The effects of physical and mental training on the mental abilities of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 5*, 9-26.
- Tomporowski, P. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica, 112*(3), 297-324.
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Lambourne, K., Gregoski, M., & Tkacz, J. (2008). Task switching in overweight children: effects of acute exercise and age. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 30*(5), 497-511.
- Tranter, L., & Koutstaal, W. (2008). Age and flexible thinking: an experimental demonstration of the beneficial effects of increased cognitively stimulating activity on fluid intelligence in healthy older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition, 15*(2), 184-207.

- Travlos, A. K. (2009). Effects of submaximal steady-state aerobic exercise and fitness in random number generation test. *Biology of Exercise*, 5(2), 41-50.
- Trost, S. G., McIver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*(37), 5531-5543.
- van Boxtel, M., Paas, F., Houx, P., Adam, J., Teeken, J., & Jolles, J. (1997). Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(10), 1357-1365.
- Vaynman, S., Ying, Z., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *The European Journal of Neuroscience*, 20(10), 2580-2590.
- Velasco, C. (2006). *Aprendendo a Envelhecer...à luz da psicomotricidade*: Phorte Editora.
- Watson, Y. I., Arfken, C. L., & Birge, S. J. (1993). Clock completion: an objective screening test for dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 41, 1235-1240.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., . . . Floel, A. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87(4), 597-609.
- World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*.
- World Medical Association. (1990). Declaration of Helsinki: Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 24, 606-609.
- Zheng, H., Liu, Y., Li, W., Yang, B., Chen, D., Wang, X., . . . Cornelisson, G. (2006). Beneficial effects of exercise and its molecular mechanisms on depression in rats. *Behavioural Brain Research*, 168(1), 47-55.
- Zouhal, H., Jacob, C., Delamarche, P., & Gratas-Delamarche, A. (2008). Catecholamines and the effects of exercise, training and gender. *Sports Medicine*, 38(5), 401-423.

8. Anexos

Consentimento informado

Título do Projeto: Efeitos agudos do exercício sobre a atenção visual

Estamos a convidá-lo a participar, voluntariamente, num estudo sobre os efeitos do exercício sobre a atenção visual. Este documento explica sinteticamente de que forma contamos com a sua participação. Se entender que está tudo em conformidade e se estiver de acordo com a proposta que lhe está a ser feita, então assine este documento.

1. A minha participação irá incluir a realização das seguintes avaliações:
Avaliação da atenção através do teste de atenção visual em repouso e após uma sessão de exercício.
2. O estudo de investigação é gratuito e voluntário, e implica a realização de ambos os momentos de avaliação, com 7 dias de intervalo entre si.
3. Através da minha participação estarei a contribuir para a evolução do conhecimento científico nesta área.
4. A informação recolhida será utilizada apenas para os objetivos do estudo, garantindo-se o anonimato e a confidencialidade dos dados.
5. Através do investigador principal, poderei ter acesso a toda a informação individual recolhida, bem como pedir a retificação de qualquer incorreção que detete.
6. Li toda a informação acima e aceito participar no estudo, entendendo que posso parar a minha participação em qualquer momento.

Nome completo do(a) participante

Data

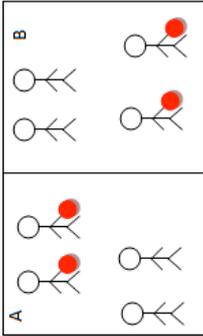
Assinatura do(a) participante

Data

Assinatura do(a) investigador(a)

Data

Plano da sessão neuromotora

Atividade	Descrição	Material / Estratégias	Tempo	Objetivos Operacionais
<p>Jogo Dupla Tarefa</p>	<p>Colocar alguns dos participantes a caminhar na vertical e outros na horizontal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Em marcha contínua, os participantes executam as tarefas propostas pelo monitor da sessão: <ol style="list-style-type: none"> 1 – Realizar um “s” durante o percurso da marcha; 2 – Realizar um triângulo com as mãos enquanto caminham em linha recta (depois quadrado); 3 - Realizar um quadrado com as mãos enquanto caminham em linha recta; 	<ul style="list-style-type: none"> - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através do reforço verbal; - O monitor deve servir de modelo no decorrer da atividade, acompanhando sempre a realização desta; - A passagem para outro movimento deve ser feita quando todos os participantes já tenham executado a realização do movimento anterior; - É essencial que a marcha seja realizada ao longo da atividade, marcha contínua 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema auditivo; - Coordenação perceptivo-motora (voz do monitor / movimento) - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos auditivos; - Manter o equilíbrio e a coordenação na marcha, em simultâneo com as atividades de coordenação pedal; - Coordenação dos membros inferiores
<p>Jogo da apanhada / corrente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Os participantes encontram-se em marcha dispersos pelo espaço. Um dos elementos (monitor) inicia o jogo, tendo de apanhar um dos participantes. Após apanhar o primeiro participante fica de mãos dadas com ele e assim sucessivamente até serem apanhados todos os participantes, formando assim uma corrente; 	<ul style="list-style-type: none"> - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através do reforço verbal; - O monitor deve promover a boa disposição e motivação no decorrer da atividade. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema visual; - Coordenação perceptivo-motora (movimento da corrente); - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos auditivos, visuais e tácteis; - Manter o equilíbrio e a coordenação na marcha, em simultâneo com as atividades de coordenação pedal; - Extensão e flexão dos membros superiores e inferiores; - Localizar-se a si mesmo e tomando consciência do espaço que ocupa e que os outros ocupam; - Promover o sentido de cooperação e entre ajuda;
<p>Jogo “bola quente”</p>	<p>Enquanto escutam a instrução do monitor os participantes encontram-se a marchar sem sair do lugar (eivar joelhos, alternadamente)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formam-se dois grupos com o mesmo número de elementos, em que metade dos elementos de cada grupo deve possuir uma bola. O objetivo é tocar com a bola no elemento do grupo adversário. Uma vez tocado pela bola, o elemento ficará portador da mesma, tentando livrar-se dela, da mesma forma que o elemento anterior; 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de bolas; - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através do reforço verbal; - É essencial que a marcha seja executada ao longo do jogo, de modo contínuo; - O monitor deve promover a boa disposição e motivação no decorrer da atividade. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema visual; - Manter o equilíbrio e a coordenação na marcha, em simultâneo com as atividades de coordenação manual; - Coordenação perceptivo-motora (bola / movimento); - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos visuais; - Adquirir estratégias para lançar a bola; - Adquirir estratégias para fugir da bola; - Coordenação dinâmica manual no lançamento de bolas; - Localizar-se a si mesmo, ter noção do espaço que ocupa e que os outros ocupam; - Promover o sentido de cooperação e competição;

Exercícios de bola	<ul style="list-style-type: none"> - Bater bola no chão com a mão direita - Bater bola no chão com a mão esquerda - Atirar bola ao ar e apanhar - Atirar bola ao ar e bater uma palma antes de apanhar - Atirar bola ao ar e bater duas palmas antes de apanhar - Atirar bola ao ar bater duas palmas e deixar a bola cair no chão antes de apanhar 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de bolas; - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através de reforço verbal; - É essencial que a marcha seja executada ao longo do jogo, de modo contínuo; - O monitor deve promover a boa disposição e motivação no decorrer da atividade. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema auditivo; - Coordenação perceptivo-motora (voz do monitor / movimento); - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos auditivos; - Coordenação perceptivo-motora (bola / movimento);
Jogo dos sinais verbais	<p>Quando o monitor indicar o número:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 → Fechar a mão direita 2 → Fechar a mão esquerda 3 → Bater palmas 1 vez (juntar as mãos) 4 → Cruzar os braços ao peito (mão direita ao ombro esquerdo e mão esquerda ao ombro direito) 	<ul style="list-style-type: none"> - Só passar para o movimento seguinte quando todos os participantes já tenham executado ou tentado executar o movimento anterior; - O monitor deve servir de modelo no decorrer da atividade, acompanhando sempre a realização desta; - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através de reforço verbal; - É essencial que a marcha seja executada ao longo de todas as atividades, de modo contínuo; 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema auditivo; - Coordenação perceptivo-motora (voz do monitor / movimento); - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos auditivos; - Coordenação dos membros superiores para bater as palmas das mãos uma na outra e para fazer a extensão/flexão, ao nível da cabeça e atrás das costas; - Coordenação dos membros inferiores na elevação do joelho esquerdo e direito, alternado, ao nível dos quadris; - Equilíbrio e coordenação da marcha, em simultâneo com as atividades de coordenação dos membros superiores e inferiores;
Jogo das cores	<p>Os participantes encontram-se a caminhar livremente pelo espaço e o monitor indica cores ao acaso, que estejam ao alcance dos participantes, tendo os mesmos de ir tocar na cor mencionada (por exemplo uma peça de roupa de um colega, uma parede amarela, etc)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Só passar para a cor seguinte quando todos os participantes já tenham conseguido alcançar a cor anterior; - A atividade deve ser demonstrada e os participantes devem ser incentivados através do reforço verbal; - É essencial que a marcha seja executada ao longo de todas as atividades, de modo contínuo; 	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Ativar a atenção e o sistema perceptivo, nomeadamente o sistema auditivo; - Coordenação perceptivo-motora (voz do monitor / movimento); - Processamento informacional e rapidez de resposta face aos estímulos auditivos; - Localizar-se a si mesmo, ter noção do espaço que ocupa e que os outros ocupam;