Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Educação

Atividade Física e Consolidação da Memória Motora na População Idosa

André Leonardo Gonçalves Ramalho

Orientador

Professor Doutor João Manuel Patrício Duarte Petrica

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Atividade Física na especialidade de Gerontomotricidade, realizada sob a orientação científica do Professor Coordenador Doutor João Manuel Patrício Duarte Petrica, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Julho de 2014

Composição do júri

Presidente do júri

Professor Doutor, João Júlio de Matos Serrano

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Professor Doutor, António Fernando Boleto Rosado

Professor Catedrático da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Professor Doutor, Rui Miguel Duarte Paulo

Professor Adjunto Convidado do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Professor Doutor, João Manuel Patrício Duarte Petrica

Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Aos meus pais.

Agradecimentos

Este trabalho teve e colaboração de um grupo de pessoas, com as quais partilhamos opiniões, dúvidas, crenças e de quem recebemos diferentes perspetivas, orientações, apoios e incentivos.

Assim gostaríamos de deixar aqui expresso de forma clara, os nossos sinceros agradecimentos às seguintes pessoas:

- Ao Professor Doutor João Manuel Patrício Duarte Petrica, pela forma como orientou este estudo com todo o seu saber científico, e ainda, pela sua disponibilidade e capacidade de motivação, lições de rigor e exigência face à atividade de investigação.

- À Universidade Sénior Albicastrense, nas pessoas dos seus diretores e seus alunos pela possibilidade de recolha de dados.

- Ao José e Fábio pelo empenho e pelo cuidadoso trabalho de preparação na ajuda da recolha de dados.

- À Paulinha pelo apoio bibliográfico, e ainda, pelo seu incentivo demonstrado ao longo do tempo que nos conhecemos.

- Aos amigos Bruno e Francisco pela amizade, cumplicidade, e ainda, pelos bons momentos passados durante a realização do trabalho.

- À tia Rosária e prima Maria pelo incentivo e carinho demonstrado nas várias fases do trabalho.

- Aos pais, José e Isabel por estarem sempre presentes nos momentos difíceis, e sobretudo pela companhia, sentido assim que nunca caminhamos sós durante a realização do trabalho.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a consolidação da memória motora em idosos praticantes de atividade física estruturada em idosos não praticantes de atividade física, no sentido de perceber se a prática de atividade física estruturada promove uma melhor capacidade na consolidação de memorização motora em habilidades motoras relacionadas com a destreza manual e destreza pedal.

A amostra foi constituída por cinquenta e três indivíduos idosos, com idades compreendidas entre os 65 e os 79 anos. Foram constituídos dois grupos distintos: praticantes de atividade física estruturada (n = 29) e não praticantes de atividade física (n = 24). Para avaliar a consolidação da memória motora utilizaram-se os testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

Os resultados indicaram que apesar de o grupo de idosos praticantes de atividade física estruturada apresentar melhor performance, por comparação ao grupo de idosos não praticantes de atividade física, na consolidação da memória motora nas habilidades motoras de destreza manual e pedal, as diferenças não se revelaram estatisticamente significativas.

Parece assim, portanto, que a prática de atividade física estruturada não evidencia resultados diferentes ao nível da capacidade de consolidação da memória motora em habilidades motoras de destreza manual e destreza pedal na população idosa.

Palavras-chave

Atividade Física; Consolidação da Memória Motora; Envelhecimento.

Abstract

The present study aimed to evaluate the consolidation of motor memory in elderly practitioners of structured physical activity in older adults not engaged in physical activity, in order to realize the practice of structured physical activity promotes better capacity consolidation of motor memory in motor skills related to manual dexterity and skill pedal.

The sample consisted of fifty-three elderly subjects aged 65 to 79 years. Practitioners of structured physical activity (n = 29) and non-practicing physical (n = 24) activity: two distinct groups were formed. To assess motor memory consolidation tests were used soda pop (Osness et al., 1990) and Tapping pedal (Vasconcelos, 1991).

The results indicated that although the group of elderly practitioners of structured physical activity have better performance as compared to the group of seniors not physically active, in the consolidation of motor memory in motor skills and manual dexterity pedal, the differences are not revealed statistically significant.

It thus seems, therefore, that the practice of structured physical activity does not show different results level of capacity consolidation of motor memory in motor skills related to manual dexterity and skill pedal in the elderly population.

Keywords

Physical Activity; Consolidation of motor memory; Aging.

Índice Geral

Agradecimentos vii
Resumo ix
Abstract xi
Índice Geral xiii
Índice de figuras xv
Índice de tabelas xvii

Introdução 1

I Parte: Revisão de Literatura 5
Capítulo I: Aprendizagem Motora e Processos da Memória na Aquisição de Habilidades Motoras 7
1. Introdução 7
2. Aprendizagem Motora e Desempenho Motor 7
3. Processos da Memória Motora na Aquisição de Habilidades Motoras 8
3.1. Processo de Consolidação da Memória Motora 9
3.2. Interferências no Processo de Consolidação da Memória Motora 10
3.3. Influência do Sono no Processo de Consolidação da Memória Motora 12
4. Aprendizagem Motora e Processo de Envelhecimento 12
4.1. Consolidação da Memória Motora e Processo de Envelhecimento 13
Capítulo II: Atividade Física, Alterações Cerebrais e Performance Cognitiva 17
1. Introdução 17
2. Atividade Física e Alterações Estruturais no Cérebro 17
3. Atividade Física e Alterações Funcionais no Cérebro 18
3.1. Plasticidade Sináptica e Atividade Física 19
3.2. Efeitos Agudos e Crónicos da Atividade Física nas Funções Cognitivas 20
3.3. Efeitos Agudos da Atividade Física nas Funções Cognitivas 21
3.4. Efeitos Crónicos da Atividade Física nas Funções Cognitivas 22
3.5. Atividade Física, Consolidação da Memória Motora e Aprendizagem 24

II Parte: Organização e Planificação do Estudo 27
Capítulo I: Objeto de Estudo 29
1. Introdução 29
2. Objetivos e Questões de Investigação 29
3. Formulação das Hipóteses 30
3.1. Fundamentação das Hipóteses 30
Capítulo II: Métodos e Procedimentos 33
1. Introdução 33
2. Variáveis 33
3. Amostra 33
3.1. Critérios de Seleção da Amostra 34
3.2. Caraterização Geral da Amostra 35
4. Métodos e Técnicas de Recolha de Dados 35
4.1. Condições de Recolha de Dados 36
4.2. Realização no Tempo 36
4.3. Etapas de Recolha de Dados 36
4.4. Processos de Recolha de Dados nos testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) 37

4.5. Instrumentos de Recolha de Dados 38
4.5.1. Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) 38
4.5.2. Teste Soda Pop (Osness et al., 1990) 39
4.5.3. Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) 41
4.6. Afinação dos Instrumentos de Recolha de Recolha de Dados 42
5. Métodos e Técnicas de Tratamento dos Dados 42

III Parte: Apresentação e Discussão dos Resultados 45
1. Introdução 47
Capítulo I: Apresentação dos Resultados das Perguntas do Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) 49
1. Categoria de Atividades Desportivas 49
Capítulo II: Apresentação dos Resultados dos Testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) 51
1. Resultados do Teste Soda Soda Pop (Osness et al., 1990) 51
2. Resultados do Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) 53
2. Discussão dos Resultados 54

IV Parte: Conclusões, Limitações e Sugestões de Pesquisa 59
1. Introdução 61
2. Conclusões 61
2.1. Conclusões Fundamentais 61
2.2. Conclusão Final 62
3. Limitações e Sugestões de Pesquisa 62

V Parte: Referências Bibliográficas 65

VI Parte: Anexos 83
Anexo A: Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) 85
Anexo B: Ficha de Registo de Dados do Teste Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991). 89
Anexo C: Tabelas de Análise Estatística do Teste Soda Pop (Osness et al., 1990). 91
Anexo D: Tabelas de Análise Estatística do Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991). 93

Índice de Figuras

Figura 1: Sequência do teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) 41

Gráfico 1: Perfil médio do tempo de execução no teste Soda Pop (Osness et al., 1990) do grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física nos diferentes momentos de avaliação.
..... 52

Gráfico 2: Perfil médio do número de batimentos no teste do grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física nos diferentes momentos de avaliação Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).
..... 54

Índice de Tabelas

Tabela 1: Caraterização da Amostra.
..... 35

Tabela 2: Etapas de Recolha de Dados.
..... 37

Tabela 3: Dados do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) referentes à categoria Atividades Desportivas.

..... 49

Tabela 4: Significância das diferenças no tempo de execução no teste Soda Pop (Osness et al., 1990) em função das probabilidades associadas aos valores obtidos para os F da Análise da Variância, One-way ANOVA, nos diferentes momentos de avaliação em relação ao grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física.

..... 51

Tabela 5: Significância das diferenças no número de batimentos no teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) em função das probabilidades associadas aos valores obtidos para os F da Análise da Variância, One-way ANOVA, nos diferentes momentos de avaliação em relação ao grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física.
..... 53

Introdução

Tudo parece indicar que a prática de atividade física tem um impacto positivo nas funções cognitivas do ser humano (Hillman, Eriksson, & Kramer, 2008). Existem investigações que encontraram relações positivas entre a prática de exercício físico e componentes da saúde mental como a ansiedade (Herring, O'Connor, & Dishman, 2010), a depressão (Trivedi, Greer, Grannemann, Chambliss, & Jordan, 2006) e o bem-estar mental no geral (Windle, Hughes, Linck, Russell, & Woods, 2010). Também a prática de atividade física parece provocar melhorias significativas no bem-estar geral do corpo humano e a sua prática regular tem efeitos positivos, não só na esperança média de vida, mas também na melhoria de outras funções como as cognitivas (Brisswalter, Collardeau, & René, 2002; Burger & Gochfeld, 2004; Scherder et al., 2005). A realização de exercícios aeróbios de forma regular são associados a melhorias no desempenho de algumas tarefas cognitivas como a atenção e a velocidade de processamento (Smith, Blumenthal, Hoffman, Cooper, & Strauman, 2010). O American College of Sports Medicine (1998) refere que a memória em conjunto com a atenção e o tempo de reação, são alguns pontos da esfera cognitiva, influenciada pela prática de atividade física. Já numa revisão de estudos que se dedicou investigar o uso do exercício cardiovascular para melhorar as funções da memória humana, Roig, Nordbrandt, Geertsen e Nielsen (2013) concluíram que os efeitos agudos do exercício físico melhoram a memória de forma a ativar processos moleculares envolvidos na codificação e consolidação de informações recém-adquiridas. Por outro lado os efeitos crónicos do exercício físico indicam estímulos necessários para otimizarem as respostas moleculares responsáveis pelo processamento da memória. Contudo os resultados dos efeitos agudos do exercício físico na cognição são ainda ambíguos. Alguns resultados mostram efeitos moderados, enquanto outros não mostraram nenhum ou mesmo um efeito prejudicial na capacidade cognitiva (Etnier et al., 1997; Lambourne & Tomporowski, 2010). No que diz respeito aos efeitos crónicos do exercício físico na capacidade cognitiva, numa revisão de Guiney e Machado (2013) foi constatado que a prática regular de atividade física aeróbia na população envelhecida pode otimizar as funções cognitivas em tarefas como a atenção seletiva e a capacidade de memória de trabalho.

Neste momento pressupõe-se uma pergunta. Porquê de no presente estudo investigarmos a relação da prática de atividade física estruturada com a capacidade de aprendizagem, em particular a consolidação da memória motora, durante o processo de envelhecimento? Primeiro referir que a consolidação da memória motora é um processo cognitivo que possibilita que uma habilidade motora se torne estável ao longo do tempo na memória motora (Krakauer & Shadmehr, 2006). Roig, Skriver, Lundbye-Jensen, Kiens e Nielsen (2012) referiram que é incerto se os potenciais benefícios que o exercício físico pode ter sobre alguns tipos de modalidades da aprendizagem, possam ser extrapolados para outras tarefas mais complexas que envolvem outras aprendizagens como a aprendizagem de habilidades motoras, e se esses benefícios podem melhorar a formação e a retenção a longo prazo da memória

motora. De facto apesar do esforço na compreensão das alterações sensoriais e cognitivas no processo de envelhecimento, o estudo da problemática da aprendizagem de tarefas novas por parte da população envelhecida são mais raras (Godinho, Melo, Mendes & Chiviakowski, 2006). Assim incentivam a comprovação experimental da aprendizagem de tarefas não praticadas anteriormente pelos sujeitos idosos para contribuir para a compreensão global do processo de envelhecimento. Deste modo motivam para o estudo que as diferentes variáveis da aprendizagem têm no processo de envelhecimento (Godinho et al., 2006). Parece-nos que o estudo da consolidação da memória motora é importante durante os vários períodos da vida. Além de ser importante no desenvolvimento infantil, é também importante para a manutenção de funções motoras no que diz respeito a elaborar estratégias para otimizar o retardamento das perdas de capacidades de retenção de habilidades motoras (Roig et al., 2012). Também Pereira (2009) refere que o estudo da consolidação da memória motora é um aspeto crucial o estabelecimento de planos de treino para a aprendizagem quer em atletas quer em indivíduos em recuperação motora, no sentido de não sobrecarregar a aprendizagem motora com várias tarefas com intervalos de tempo muito curtos, correndo assim o risco de não se verificar uma consolidação da aprendizagem.

O estudo da relação da prática de atividade física com a consolidação da memória motora poderá ser importante. A sua importância prende-se com o facto da prática de atividade física poder ser utilizada como estratégia para otimizar a aprendizagem motora, e no caso da população idosa otimizar o retardamento dos efeitos da perda de capacidades, para além de uma sessão de estímulos de habilidades motoras. De facto poderá permitir explorar o momento em que o exercício físico deverá ser realizado em relação à aprendizagem de uma tarefa motora no sentido de perceber a sua influência sobre a consolidação na memória motora de uma determinada tarefa (Coles & Tomporowski, 2008; Lambourne, 2012; Roig et al., 2012).

Poderá assim a prática de atividade física estruturada promover efeitos positivos durante o processo de envelhecimento, nomeadamente ao nível da capacidade de memória e aprendizagem motora? Sendo assim, será que indivíduos idosos fisicamente ativos apresentam uma melhor capacidade de consolidação de memorização motora em comparação com indivíduos idosos que não pratiquem atividade física? Esta melhor capacidade de consolidação da memória motora reflete-se em habilidades motoras diferentes? Estas são as perguntas que o presente estudo irá tentar dar resposta. Deste modo o presente estudo pretende ser um contributo para o esclarecimento da relação da prática de atividade física estruturada com o processo de envelhecimento e a consolidação da memória motora em habilidades motoras de destreza manual e destreza pedal.

O trabalho encontra-se organizado em seis partes. Na primeira procuramos realizar o enquadramento da pesquisa no domínio do tema e do campo de estudo, e é constituída pelos seguintes capítulos: Aprendizagem Motora e Processos da Memória na Aquisição de Habilidades Motoras e Atividade Física, Alterações Cerebrais e Performance Cognitiva.

A segunda parte corresponde à organização e planificação do estudo, onde tecemos considerações acerca da relação que se pode estabelecer entre as variáveis em estudo e explicamos os métodos e as técnicas utilizadas na realização da pesquisa. É constituída pelos seguintes capítulos: Objeto de Estudo e Métodos e Procedimentos.

A terceira parte diz respeito à apresentação e respetiva discussão dos resultados e é constituída por dois capítulos: Apresentação dos Resultados das Perguntas do Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) e Apresentação dos Resultados dos Testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

A quarte parte é dedicada às conclusões, limitações e sugestões de pesquisa resultantes do estudo realizado.

Na quinta parte é apresentada a lista de referências bibliográficas utilizadas na elaboração do estudo.

Finalmente, a sexta parte refere-se aos anexos.

I Parte: Revisão de Literatura

Capítulo I: Aprendizagem Motora e Processos da Memória na Aquisição de Habilidades Motoras

1. Introdução

O objetivo deste capítulo é integrar o fenómeno da aprendizagem motora e a sua relação com os processos cerebrais da memória motora. Assim na primeira parte discutimos a distinção entre aprendizagem motora e desempenho motor e as abordagens utilizadas na inferência da aprendizagem motora. Numa segunda parte descrevemos os processos cerebrais da memória motora na aquisição de habilidades motoras com particular ênfase nas particularidades do processo de consolidação da memória motora. Na terceira parte deste capítulo tecemos considerações acerca da aprendizagem motora e processo de consolidação da memória motora no processo de envelhecimento humano.

2. Aprendizagem Motora e Desempenho Motor

A aquisição de novas habilidades motoras é um aspeto que está presente desde o nascimento até ao processo de envelhecimento, ou seja, ao longo da vida continuamos a aprender novos movimentos que utilizamos no nosso dia-a-dia. Também quando um atleta profissional nos mostra o seu desempenho ou a recuperação do andar de um sujeito em recuperação de um acidente vascular cerebral, envolvem aquisição e aperfeiçoamento de habilidades motoras. De facto a prática das habilidades motoras é fundamental para a aquisição destas. Efetivamente a aprendizagem motora consiste em uma alteração na capacidade do indivíduo em desempenhar uma habilidade motora, que pode ser inferida por uma melhoria relativamente permanente no desempenho, devido à prática ou à experiência anterior (Magill & Hall, 1990). Também Kantak e Winstein (2012) referem que a aprendizagem motora é uma variável comportamental latente que é inferida por mudanças no desempenho por longos períodos de tempo. Geralmente a aprendizagem motora é avaliada a partir da observação e da quantificação de comportamentos, como quantos erros foram cometidos em determinado movimento ou a que velocidade este foi executado (Cahill, McGaugh, & Weinberger, 2001). No entanto é necessário estabelecer uma distinção entre os termos "aprendizagem" e "desempenho". Esta distinção diz respeito ao comportamento motor observado (desempenho) e á resistência desse comportamento motor, adquirido na prática, ao longo do tempo (aprendizagem) (Schmidt & Bjork, 1992). Neste sentido a avaliação do desempenho motor é realizada através de curvas de desempenho que avaliam a mudança da performance do sujeito durante a prática de habilidades motoras (Barclay & Newell, 1980). Assim as avaliações do desempenho motor permitem aferir os resultados na fase de aquisição das habilidades motoras mas não avaliam se a aprendizagem das habilidades motoras têm um efeito duradouro (Kantak & Winstein, 2012). Para avaliar a aprendizagem motora são utilizados testes de retenção/transferência. Estes testes permitem a

avaliação do desempenho de habilidades motoras após um determinado intervalo de tempo de os sujeitos terem aprendido as mesmas habilidades (Salmoni, Schmidt, & Walter, 1984). Segundo os mesmos autores, os testes de retenção avaliam o desempenho de uma determinada habilidade, aprendida anteriormente, após um intervalo de tempo, ou seja, reflete a representação da habilidade motora na memória de longo termo do sujeito. Já os testes de transferência permitem testar o sujeito numa variação de uma habilidade motora aprendida anteriormente. Estes testes possibilitam verificar a flexibilidade da memória motora em adquirir variantes de habilidades motoras já aprendidas (Schmidt & Lee, 2004).

3. Processos da Memória Motora na Aquisição de Habilidades Motoras

A aprendizagem de habilidades motoras está dependente de processos cerebrais como a memória motora. A memória é a capacidade de armazenar e recordar a informação, e é um componente necessário para a aprendizagem (Shepherd, 1985). Assim para Mannino e Robazza (2004), a aprendizagem consiste na obtenção de informação através da experiência, enquanto a memória constitui-se como a capacidade de a conservar no tempo. Schmidt (1982) refere que a memória motora consiste na capacidade de recordar movimentos armazenados. Também Fuster (1995) define a memória motora como sendo a representação no cérebro de um ato motor em todas as suas formas, a partir de qualquer movimento, que é adquirido através da prática ou de experiências anteriores. Deste modo o armazenamento de informação na memória é um aspeto importante no controlo e aprendizagem de movimentos. Godinho (2007) refere que a memorização é um dos processos de maior importância na aprendizagem.

No que diz respeito às estruturas anatómicas do cérebro humano que parecem participar no processo da aprendizagem motora são os hemisférios cerebrais (Hazeltine, Grafton, & Ivry, 1997). Estudos confirmam que neste processo existe a ativação do córtex motor primário, somato-sensorial (Grafton, Fagg, & Arbib, 1998; Shadmehr & Holcomb, 1997) e córtex pré-motor (Halsband & Freund, 1990). Diferentes autores (Albus, 1971; Marr, 1969) propuseram que o cerebelo é responsável pela adaptação de padrões prévios de movimentos e a aquisição de novas habilidades motoras. Também foi investigado as alterações na atividade e conectividade do córtex motor e no estriado do cérebro durante a aprendizagem de habilidades motoras. Costa, Cohen e Nicolelis (2004) investigaram a natureza e a dinâmica das mudanças na plasticidade em cada uma destas estruturas cerebrais durante as diferentes fases de aprendizagem motora. Concluíram que os circuitos corticais do estriado do cérebro exibem mais plasticidade durante a aprendizagem de habilidades motoras e que existem processos neurais distintos durante as diferentes fases de aprendizagem de habilidades motoras.

Efetivamente ao longo dos anos tem-se acentuado a ideia que os circuitos do cerebelo se alteram com a experiência e que estas alterações são importantes para a aprendizagem motora (Purves et al., 2004). Desta forma, as investigações apontam no

sentido que existe uma adaptação de curta duração que numa fase inicial é formada no córtex cerebelar e posteriormente é transferida mais tarde para o núcleo vestibular de forma a ser consolidada em memória de longa duração (Kassardjian et al., 2005; Shutoh, Ohki, Kitazawa, Itohara & Nagao, 2006).

Como já referimos, a aquisição de habilidades motoras envolve processos associados com a prática ou a experiência anterior que resultam na formação de memórias motoras (Okano & Balaban, 2000). Desta forma a aquisição de habilidades motoras na memória resulta de três processos diferentes a referir: codificação, consolidação e recuperação (Robertson & Cohen, 2006). Segundo Robertson (2009) o processo de codificação envolve processos cognitivos onde o sujeito em primeiro lugar avalia a informação do ambiente e da tarefa a executar para poder ser relacionada experiencias motoras passadas. De seguida, o sujeito seleciona uma resposta motora adequada à tarefa. Numa última fase, o sujeito avalia o seu desempenho por meio de mecanismos de feedback para ajustar respostas motoras futuras. O processo da consolidação da memória motora é definido como um processo cerebral de pós aquisição, de uma habilidade motora, que levam a uma consolidação e a um estado de estabilização de memórias motoras com o passar do tempo (Krakauer & Shadmehr, 2006). Este processo fortalece a representação na memória motora de uma habilidade e possibilita uma melhoria do desempenho motor, sem treino adicional, entre sessões de prática ou aumenta a resistência à interferência na aprendizagem de uma outra habilidade motora (Robertson & Cohen, 2006). Por ultimo o processo de recuperação da memória é um processo fundamental na aprendizagem. A aprendizagem e a memória são avaliadas pela capacidade do sujeito recuperar as informações adquiridas com a prática. De facto, é a recuperação da memória que nos permite avaliar a eficácia da codificação e consolidação (Kantak & Winstein, 2012).

3.1. Processo de Consolidação da Memória Motora

A investigação sobre os substratos neurais da aprendizagem indica que a reorganização cortical começa durante a prática das habilidades motoras e continua nas horas seguintes após a prática. Deste modo a aquisição de habilidades motoras na memória pode ser caraterizada em duas fases distintas: a primeira fase acontece durante a prática, ou seja durante o treino da habilidade o que corresponde ao desempenho do sujeito; e a segunda fase ocorre após a sessão de treino da habilidade (consolidação da memória motora) (Buitrago, Ringer, Schulz, Dichgans, & Luft, 2004; Shadmehr & Brashers-Krug, 1997). Por sua vez a consolidação de uma habilidade motora na memória também ocorre em duas fases diferentes. Segundo Walker (2005) uma fase envolve processos de estabilização durante as horas seguintes à prática, no qual o traço de memória torna-se mais resistente a interferências na aprendizagem de uma nova habilidade. A outra fase diz respeito à consolidação da habilidade motora durante o sono e é caraterizada por um nível mais elevado no desempenho do sujeito. De facto a consolidação da memória motora ocorre numa fase pós-aquisição do treino e possibilita que a habilidade motora se torne estável ao longo do tempo na memória motora (Krakauer & Shadmehr, 2006; Robertson, Pascual-Leone, & Miall,

2004). Assim durante as horas seguintes à prática de habilidades motoras, verifica-se uma construção de um modelo interno da habilidade motora aprendida, o que torna a sua execução ou evocação menos frágil a interferências que possa estar sujeita (Shadmehr & Holcomb, 1997). Walker, Brakefield, Hobson e Stickgold (2003) também referem que as mudanças no cérebro nas horas seguintes à prática de habilidades motoras permitem estabilizar as novas memórias, tornando-as assim menos vulneráveis a interferências. Isto é, mesmo depois de praticarmos uma habilidade motora (A), a informação codificada durante a prática é progressivamente consolidada no cérebro em forma de memória motora (McGaugh, 2000). Deste modo se o processo de consolidação for bem-sucedido, o traço de memória motora codificado durante a prática da habilidade motora (A), torna-se mais robusto e menos suscetível a interferência, o que pode levar a melhorias no desempenho da habilidade motora, sem treino adicional, entre as sessões de prática (Press, Casement, Pascual-Leone, & Robertson, 2005).

Há evidências que o processo de consolidação da memória motora apresenta diferentes "rotas" para a aprendizagem de diferentes habilidades motoras. Desta forma Cohen, Pascual-Leone, Press, e Robertson, (2005) investigaram se os diferentes aspetos de memória de procedimentos são processados separadamente durante a consolidação. Os resultados mostraram que as sequências de movimento são consolidadas ao longo do dia enquanto ao longo de uma noite de sono a consolidação da memória é reforçada. Com este estudo foi concluído que o processo de consolidação não é um processo único e que existem várias "rotas" para a aprendizagem, bem como a utilização de mecanismos distintos para a consolidação das memórias. No mesmo sentido também Meier e Cock (2014) investigaram a consolidação da memória motora em diferentes habilidades motoras. O objetivo deste estudo foi investigar a consolidação da memória relativamente à aprendizagem de habilidades motoras gerais e à aprendizagem específica de uma sequência. Foram treinados jovens adultos com um intervalo de retenção de 24 horas e passado uma semana entre duas sessões. Foram encontradas melhorias na consolidação de habilidades motoras gerais em ambos dos intervalos de tempo. Estes resultados sugerem que a consolidação de habilidades motoras gerais é mais reforçada nos intervalos de consolidação do que a aprendizagem nas habilidades motoras específicas.

3.2. Interferências no Processo de Consolidação da Memória Motora

Os investigadores têm analisado o período de consolidação da memória motora no que diz respeito a possíveis interferências durante o referido período levando à formação de teorias das bases neurais da aprendizagem (McGaugh, 2000; Walker, 2005; Walker & Stickgold, 2006). As evidências da consolidação da memória motora começaram a ser apresentadas por Brashers-Krug, Shadmehr e Bizzi (1996) e por Shadmehr e Brashers-Krug (1997). Nestes estudos, os sujeitos foram instruídos a manipular um braço robótico e a realizar movimentos precisos para atingir os locais predefinidos.

Os sujeitos quando testados novamente após 24 horas mostraram melhorias no seu desempenho indicando assim melhorias na consolidação motora. Por outro lado, os sujeitos que aprenderam uma segunda tarefa motora, o desempenho da primeira tarefa aprendida diminui. Isto significa que a segunda tarefa interferiu com a aprendizagem da primeira. Foi também concluído que só com intervalos de tempo de mais do que 5 horas é que pode existir a consolidação de uma tarefa A e assim uma tarefa B já não interfere na consolidação de A. Outra evidência da consolidação na aprendizagem de habilidades foi obtida a partir de um estudo onde foi realizada uma tarefa de digitar uma sequência de 4 dígitos (Walker et al., 2003). O desempenho dos sujeitos foi medido de duas formas diferentes: velocidade (número de sequências completas conseguidas) e precisão (número de erros em comparação com o número de sequências corretas). Foi mostrado que os sujeitos avaliados tiveram melhorias na performance na tarefa de digitar após 24 horas. Contudo, os sujeitos que aprenderam uma segunda sequência imediatamente após a primeira, não revelaram uma melhoria da performance da primeira sequência aprendida, após 24 horas. Em contraste, os indivíduos revelaram melhorias na consolidação em ambas as sequências, quando a segunda sequência foi aprendida 6 horas após a primeira. Estes resultados indicam que a consolidação de habilidades motoras pode estar inicialmente suscetíveis a interferências. Efetivamente as interferências durante o período de consolidação das habilidades motoras na memória, podem prejudicar a retenção destas, o que significa que o processo de consolidação da memória motora é fundamental para a aprendizagem motora (Luft, Buitrago, Ringer, Dichgans, & Schulz, 2004; Shadmehr & Brashers-Krug, 1997). Outras investigações utilizaram a estimulação magnética transcraniana, sobre o córtex motor primário, imediatamente após o treino de habilidades motoras para verificar a sua interferência no sentido de prejudicar a consolidação da memória motora (Baraduc, Lang, Rothwell, & Wolpert, 2004; Muellbacher et al., 2002 ; Robertson , Press, & Pascual-Leone , 2005). Segundo os mesmos autores, quando esta estimulação foi realizada após 6 horas da prática da habilidade motora, já não produz interferência na consolidação da memória. Estes resultados indicam que há um processo neural ativo de pós-prática (consolidação) que é responsável pela aprendizagem de habilidades motoras. Assim se existir interferências neste processo, a aprendizagem motora da habilidade é prejudicada. Igualmente Walker et al. (2003) afirmam que a execução de uma tarefa motora imediatamente a seguir a uma primeira aprendida, provoca interferência e impede a sua consolidação mesmo quando é medida 24 horas depois de realizada. No entanto, segundo os mesmos autores, referem que se a segunda tarefa motora for efetuada 6 horas após a primeira, já se verifica uma consolidação medida 24 horas depois. Fischer, Nitschke, Melchert, Erdmann e Born (2005), no seu estudo obtiveram resultados semelhantes a estes. No entanto no estudo de Caithness et al. (2004) foram encontrados resultados diferentes. Nesta investigação utilizaram para aferir a consolidação da memória motora tarefas de rotações visuo-motoras e campos magnéticos. Os resultados encontrados apontam para que uma segunda tarefa sensoriomotora influencia sempre uma primeira tarefa mesmo quando é efetuada 24 horas depois ou mesmo com uma semana de intervalo. Deste modo os autores

referem que as memórias sensoriomotoras podem oscilar entre estados ativos ou inativos, em vez de estados de perfeita consolidação. Ou seja, as memórias motoras da primeira tarefa executada, passam para um estado ativo quando é apresentada uma segunda tarefa da mesma tipologia e adaptam-se a essa mesma tarefa.

3.3. Influência do Sono no Processo de Consolidação da Memória Motora

Há autores que defendem que o sono tem um papel crucial na consolidação da memória motora e numa melhoria da performance (Cohen et al., 2005; Backhaus & Junghanns, 2006). Para Walker, Brakefield, Morgan, Hobson e Stickgold, (2002) o fato de dormir fomenta uma melhoria na velocidade de execução motora comparativamente a indivíduos que se mantêm acordados. Para o mesmo autor, quando uma tarefa é realizada 24 horas depois de dormir e sem treino adicional, verifica-se incrementos significativos na performance motora dos sujeitos.

4. Aprendizagem Motora e Processo de Envelhecimento

Efetivamente a prática motora é essencial para a aprendizagem de habilidades motoras, pois é durante a prática que o sistema nervoso codifica a informação percetual e processual que é utilizado mais tarde para a elaboração de memórias motoras (Censor, Sagi, & Cohen, 2012). Relativamente ao processo de envelhecimento, diversas funções cerebrais apresentam falhas. No que concerne à capacidade de aprendizagem, com o avançar da idade esta reduz-se. Este processo depende de fatores como a deterioração sensorial (Izquierdo, 2002) o que provoca um abrandamento da velocidade percetiva, e da redução da síntese de produtos químicos essenciais para a memorização (McGeer & McGeer, 1980). No entanto as diferenças relacionadas com a idade e a capacidade de aprender novas habilidades motoras variam dependendo da natureza da tarefa motora (Seidler, 2006) e podem ser explicadas pelas mudanças sofridas pelas estruturas e funções do cérebro responsáveis pelo processamento de memórias motoras (Thomas et al., 2004). Deste modo não é certo que no decorrer do processo de envelhecimento cerebral todas as variáveis se comportem da mesma forma. De facto os adultos mais velhos tendem a revelar pequenas melhorias durante a prática de uma tarefa motora e requerem longos períodos de treino para atingir os níveis comparáveis aos obtidos por sujeitos mais jovens (Coats, Snapp-Childs, Wilson, & Bingham, 2013). No sentido de verificar se o processo de envelhecimento está associado a uma diminuição na aquisição de habilidades motoras, Seidler (2007) testou se 37 adultos mais velhos poderiam adquirir 5 novas habilidades motoras diferentes. Os resultados demonstraram que os adultos mais velhos têm a capacidade para aprender novas habilidades motoras. Contudo, quando a formação de um traço de memória motora envolve áreas do cérebro que estão ainda em desenvolvimento ou áreas afetadas pelo processo de envelhecimento, as diferenças na aprendizagem de habilidades motoras podem surgir. Neste sentido, Seidler et al. (2010) analisaram as diferenças cerebrais, estruturais e funcionais, relacionadas com a idade e deficits motores em adultos mais velhos. Concluíram que a degeneração dos sistemas de neurotransmissores,

principalmente o sistema de dopamina, pode contribuir para transtornos motores relacionados com a idade, assim como para deficits cognitivos. No entanto quando as áreas do cérebro têm uma maturação precoce ou são mais resistentes ao processo de envelhecimento, as diferenças relacionadas com a idade e a aprendizagem motora são menos evidentes (Reber, 1993). Como refere Janacsek, Fiser e Nemeth, (2012), as mudanças no cérebro em relação a consolidar ou recuperar as memórias motoras, podem surgir durante a vida inteira em períodos particulares. Já Hoyer e Plude (1980) observaram que a idade não se manifesta como determinante na redução do nível de prestação em tarefas altamente automatizadas. Efetivamente os indivíduos variam na capacidade de aprender novas habilidades motoras, contudo poucos estudos investigaram se as mudanças na aprendizagem de habilidades motoras ao longo da vida poderão estar relacionadas com as diferenças na consolidação da memória motora (Brown, Robertson, & Press, 2009; Dorfberger, Adi-Japha, & Karni, 2007; Nemeth & Janacsek, 2011; Nemeth et al., 2010; Spencer, Gouw, & Ivry, 2007).

4.1. Consolidação da Memória Motora e Processo de Envelhecimento

Parece que certas capacidades cognitivas diminuem com a idade. A investigação tem demonstrado que a capacidade de formar novas memórias declarativas, particularmente memórias de factos e eventos, diminuem com o avanço da idade. Em contraste, os efeitos do envelhecimento sobre a capacidade de formar novas memórias, tais como memórias motoras, são menos conhecidos. Deste modo Brown et al. (2009) tiveram como objetivo examinar os efeitos do processo de envelhecimento na memória motora, comparando os efeitos do envelhecimento sobre o estágio de aquisição de aprendizagem e na consolidação da memória motora. Foram avaliados 12 idosos e 14 jovens numa tarefa de tempo de reação ao longo de uma sessão de prática e de uma sessão de re-teste passadas 24 horas da primeira sessão. Os resultados mostraram que os idosos não revelaram melhorias significativas na tarefa motora na sessão de re-teste, conforme os jovens demonstraram. Foi assim concluído assim que os idosos revelaram dificuldades na consolidação da memória motora, em tarefa de tempo de reação, por comparação aos jovens. Esta evidência também é suportada por Shea, Park e Braden (2006) que tiveram como objetivo determinar se indivíduos idosos conseguem organizar sequências de movimentos com a mesma eficiência que adultos jovens. Os participantes foram avaliados numa tarefa de mover uma alavanca tão rapidamente quanto possível para alvos projetados sequencialmente sobre uma mesa. Esta tarefa foi repetida após 24 horas. Os resultados indicaram que os jovens adultos foram mais rápidos que os indivíduos idosos na tarefa executada e que desta forma os sujeitos idosos não conseguem organizar sequências de movimentos de forma tao eficaz quanto os jovens adultos. Também Nemeth e Janacsek (2011) tiveram o objetivo de investigar os efeitos do envelhecimento sobre o tempo de consolidação de uma habilidade motora. Um grupo de jovens adultos e um grupo de idosos realizaram uma tarefa de tempo de reação antes e depois de 12 horas; 24 horas e após um intervalo de 1 semana. Os resultados mostraram que os jovens adultos melhoraram

nos diferentes períodos de avaliação. Os sujeitos idosos revelaram melhorias após o período de 12 horas, revelando assim capacidade de plasticidade cerebral semelhante aos dos adultos jovens. No entanto estas melhoras não se verificaram passadas 24 horas e após uma semana. Estes resultados chamam a atenção para o facto que a consolidação da memória não ser um processo uniforme, e poderem existir vários mecanismos que são diferencialmente afetados pela evolução do processo de envelhecimento. De facto a população idosa demonstra capacidade de retenção de memórias motoras recém-adquiridas mas a sua magnitude de retenção é menor do que a demonstrada por indivíduos jovens.

No entanto também há evidências de como a retenção de novas habilidades motoras podem tornar-se bem intactas na memória motora de adultos mais velhos por longos períodos de tempo. Com o objetivo de se verificar a aprendizagem motora e a capacidade de retenção de memórias motoras em adultos mais velhos, Smith et al. (2005) avaliaram 497 participantes, com idades entre os 18 a 95 anos de idade, numa tarefa visuomotora. Os resultados mostraram que a aprendizagem motora foi mais lenta em adultos com mais de 62 anos de idade, mas a memória motora foi imaculadamente preservada em todos os participantes. Estes dados foram aferidos após os mesmos participantes serem testados 2 anos após a primeira sessão de treino e sem intervenção de prática durante este período de tempo. Estes resultados revelaram que a memória motora está em contraste com os decréscimos conhecidos noutros processos cognitivos e motores do processo de envelhecimento humano. No sentido de avaliarem a retenção de uma habilidade motora grossa, lançar um saco para um determinado alvo, Dick et al. (2000) descobriram que a retenção da habilidade motora, em adultos mais velhos, tornou-se mais robusta no seu desempenho ao fim de 2 dias.

Normalmente os declínios na capacidade de aprender habilidades motoras em adultos mais velhos são normalmente atribuídos a deficits na codificação de informações sensoriomotoras durante a prática motora e não atribuídos a possíveis interferências durante o processo de consolidação da memória motora. Neste sentido Roig, Ritterband-Rosenbaum, Lundbye-Jensen e Nielsen (2014) investigaram se o processo de envelhecimento prejudica a consolidação da memória motora através da avaliação da suscetibilidade a interferências na memória e ganhos na aprendizagem após a prática de habilidades motoras em crianças, jovens e idosos. Os participantes realizaram uma tarefa A seguida de uma tarefa B projetada para interromper a consolidação da tarefa A. A retenção da tarefa A foi realizada após 24 horas. Os adultos mais velhos apresentaram deficits na consolidação da memória motora, independente dos efeitos da interferência da tarefa B. Desta forma o processo de envelhecimento aumenta a suscetibilidade a interferências na consolidação da memória motora reduzindo assim os ganhos de aprendizagem de uma tarefa motora após a sua prática.

A consolidação da memória motora na população idosa e a sua relação com o sono também tem sido investigada. Os resultados da investigação indicam que o sono não influência a consolidação da memória motora em adultos mais velhos. Neste sentido Nemeth et al. (2010) tiveram como objetivo avaliar a aprendizagem de uma

sequência motora implícita, alternando o tempo de reação, em adultos jovens e em idosos, antes e depois de um intervalo de 12 horas. Durante este intervalo de tempo existiram alguns participantes que dormiram e outros que não dormiram. Não foram encontrados melhorias na consolidação e aprendizagem em qualquer faixa etária, sugerindo assim que a consolidação de uma sequência motora implícita, alternando o tempo de reação, não é influenciada pelo sono. Também Spencer et al. (2007) estudaram se o sono influencia a consolidação de uma tarefa motora de sequência em adultos jovens e adultos mais velhos. Os participantes foram treinados e o seu desempenho foi avaliado após 12 horas de pausa que incluiu dormir e após 12 horas de pausa que não incluiu dormir. Os resultados revelaram que o desempenho dos adultos mais velhos não melhorou após o sono, fornecendo assim evidências de que a consolidação da memória dependente do sono diminui com a idade.

Capítulo II: Atividade Física, Alterações Cerebrais e Performance Cognitiva

1. Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados de estudos que relacionaram a prática de atividade física, com diferentes protocolos de exercício, com a performance cognitiva e alterações cerebrais que daí advêm. Na primeira parte apresentamos as alterações estruturais cerebrais que ocorrem derivado ao exercício físico e numa segunda parte as alterações funcionais que o exercício induz na performance cognitiva. As investigações que expomos neste capítulo foram direcionadas em particular para o estudo da capacidade de memória, nas suas diversas formas de manifestação, e de aprendizagem, também nas suas diferentes modalidades.

2. Atividade Física e Alterações Estruturais no Cérebro

Foi demonstrado que a prática de atividade física promove adaptações funcionais e estruturais no cérebro humano (Thomas, Dennis, Bandettini, & Johansen-Berg, 2012). Estas adaptações estão relacionadas com aumento do fluxo sanguíneo (Pereira et al., 2007), e o aumento do volume do cérebro em áreas como o córtex frontal (Colcombe et al., 2006) e o hipocampo (Erickson et al., 2011). No que diz respeito às alterações estruturais do hipocampo, este diminui durante o processo de envelhecimento, levando assim a uma deficiência na memória. O estudo de Erickson et al. (2011) teve como objetivo de mostrar se o treino aeróbio incrementava o tamanho do hipocampo, melhorando assim a memória espacial na população idosa. Os resultados indicaram que treino aeróbio aumentou o volume do hipocampo em 2%. Estes resultados indicam que a prática sistemática de exercício aeróbio é eficaz no hipocampo melhorando assim a função da memória e da aprendizagem espacial. Efetivamente a deterioração do hipocampo ocorre durante o processo de envelhecimento, mas a variação na taxa da mesma varia de individuo para individuo. Determinar os fatores que influenciam esta variação individual pode ajudar a promover mudanças no estilo de vida que impeçam que a detioração ocorra. Neste sentido Erickson et al. (2009) investigaram a relação entre a aptidão aeróbia e volume do hipocampo em indivíduos idosos no sentido de perceberem se os indivíduos com maiores níveis de aptidão aeróbia possuem maior volume no hipocampo e melhor desempenho na memória espacial do que os indivíduos com baixa aptidão aeróbia. Utilizaram imagens de ressonância magnética em 165 idosos saudáveis e os resultados indicaram claramente que os níveis mais elevados de aptidão aeróbia estão associados a um aumento do volume do hipocampo na população idosa, o que se traduz numa melhor função da memória.

Já o aumento do volume de outras áreas do cérebro através da prática de atividade física estão descritas no estudo de Colcombe et al. (2006) que tiveram como

objetivo verificar se o treino aeróbio na população idosa pode aumentar o volume do cérebro e melhorar assim a capacidade cognitiva. Durante 6 meses 59 indivíduos sedentários participaram num programa de atividade física orientado. Metade dos sujeitos estiveram integrados no grupo de treino aeróbio e a outra metade esteve integrada no grupo de treino de tonificação e alongamento. As estruturas do cérebro dos indivíduos foram avaliadas através de ressonância magnética, antes e após a intervenção do exercício físico. Foram registados aumentos significativos no volume do cérebro nos participantes do treino aeróbio e não se verificou aumentos nos indivíduos que treinaram a tonificação e alongamentos. Estes resultados sugerem que a prática regular de atividade física aeróbia é associada à preservação dos tecidos do cérebro durante o processo de envelhecimento e melhorar assim o funcionamento cognitivo.

Também a degeneração cerebral da integridade da substância branca cerebral ocorre com aumento da idade e está associada a um declínio da função cognitiva. Assim, no estudo de Heo (2010) foi investigado se o impacto do treino aeróbio se estenderia à integridade da substância branca do cérebro e na função cognitiva da população idosa, durante um ano de prática deste tipo de treino. Foram avaliados 70 idosos e foi utilizado um tensor de difusão para aferir as diferenças longitudinais no córtex pré-frontal, zona parietal, occipital e lobos temporais. Os resultados indicaram que as melhorias na aptidão cardiovascular estão associadas à integridade da substância branca do cérebro, especialmente no córtex pré-frontal e zonas parietais, e também ao desempenho cognitivo da população idosa.

3. Atividade Física e Alterações Funcionais no Cérebro

A lógica dos efeitos do exercício físico na capacidade cognitiva são geralmente alicerçadas em teorias psicológicas e teorias biológicas. As teorias psicológicas referem que um nível adequado de exercício pode otimizar a alocação de recursos mentais, e, assim facilitar o processamento cognitivo (Audiffren, Tomporowski, Zagrodnik, 2008) e a consolidação da memória (McGaugh, 2006). No que diz respeito às teorias biológicas, estas referem que os benefícios do exercício físico na capacidade cognitiva são devidos à concentração de neurotransmissores, como a epinefrina, que são responsáveis por produzir estímulos aos centros cerebrais superiores, provocado assim uma estimulação neurotrófica do cérebro e melhor funcionamento das suas atividades cerebrais o que facilita a aprendizagem (Gomez-Pinilla, Vaynman, & Ying, 2008; van Boxtel et al.,1997). Também há a existência de outros estudos que referem que o exercício físico consiste num fator de redução do risco de início de doenças neuro degenerativas (Abbott et al., 2004; Eggermont, Swaab, Luiten, & Scherder, 2005; Larson et al., 2006).

3.1. Plasticidade Sináptica e Atividade Física

O fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) é importante nas funções cerebrais como a plasticidade cerebral. O fator neurotrófico derivado do cérebro é uma proteína endógena responsável por regular a sobrevivência neuronal e a plasticidade sináptica do sistema nervoso periférico e central. Investigações avaliaram os efeitos do BDNF em relação à função do sistema motor do cérebro humano e a sua plasticidade na aprendizagem motora. Kleim et al. (2006) e McHughen et al. (2009) concluíram que a presença do BDNF está associada a alterações na função do sistema motor do cérebro, alterando assim a plasticidade a curto prazo e incrementando a aprendizagem motora. O fenómeno da plasticidade sináptica associado ao hipocampo trouxe perspetivas associadas à memória motora, a partir da premissa que o hipocampo ser uma importante estrutura em qualquer processo da memória. Também a capacidade desta estrutura desenvolver fenómenos de plasticidade, levou a transpor essas alterações sinápticas também envolvidas no comportamento motor, como é o caso do cerebelo. Neste sentido tem sido desenvolvidas investigações na temática da plasticidade sináptica e a relação dos efeitos da atividade física que provoca nos neurónios do hipocampo, como estrutura fundamental na memória e aprendizagem. Winter et al. (2007) investigaram se o exercício físico promove uma melhor capacidade de aprendizagem. A performance da aprendizagem foi avaliada num protocolo de exercício físico constituído por exercício anaeróbio, corrida de baixa intensidade, ou em período de descanso em 27 indivíduos saudáveis. A aprendizagem foi aferida na aquisição de um novo vocabulário e foi verificada após 1 semana e a longo prazo (8 meses). Os níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e as catecolaminas (dopamina, epinefrina, norepinefrina) foram avaliados antes e depois das intervenções de exercício, bem como após a aprendizagem. Foi descoberto que a aprendizagem do vocabulário era 20 por centro mais rápida após o exercício físico anaeróbio por comparação à corrida de baixa intensidade ou ao período de repouso. Concluíram assim que o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e as catecolaminas (dopamina e epinefrina) parecem mediadores pelos quais o exercício físico melhora a aprendizagem. Também Voss et al. (2013), analisaram a forma como um programa de exercícios aeróbios durante um ano afetou o BDNF na população idosa. Também foi estudado se a alteração na concentração do BDNF no cérebro, foi associada a alterações de conectividade funcional em algumas regiões do cérebro. Em 65 indivíduos idosos foi descoberto que os aumentos induzidos pelo exercício físico aeróbio na conetividade funcional do lobo temporal estão associados a mudanças de fatores de crescimento como o BDNF. Deste modo parece que afirmar que o exercício físico aeróbio também induz fatores neurotróficos que afetam o hipocampo, melhorando assim a aprendizagem espacial e a memória. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito dos exercícios de resistência sobre a memória e o hipocampo. Portanto Cassilhas et al. (2012) avaliaram os efeitos do treino de resistência sobre a memória espacial e sobre o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), comparando esses efeitos com os do exercício aeróbio em ratos adultos. Um grupo foi submetido a 8 semanas de treino aeróbio em passadeira e outro grupo a treino de resistência. Após o período treino,

ambos os grupos mostraram uma melhor aprendizagem e memória espacial de forma semelhante. Os resultados mostraram que o exercício aeróbio e de resistência podem acionar substâncias moleculares diferentes mas obter resultados semelhantes sobre a aprendizagem e memória espacial.

A investigação já mostrou que cérebro humano está organizado em redes funcionais e que o processo de envelhecimento está associado a disfunções específicas nestas redes. Neste sentido Voss et al. (2010) tiveram como objetivo comparar os efeitos da prática de atividade física aeróbia com a prática de alongamentos e tonificação muscular, ao longo de 12 meses, na plasticidade cerebral de idosos, utilizando a ressonância magnética como método de avaliação. Os resultados mostraram que o treino aeróbio melhorou a eficiência funcional do cérebro. Também a prática de alongamentos e tonificação melhorou a plasticidade cerebral dos indivíduos. Foi assim concluído que a prática de exercício físico induz melhorias nos sistemas cerebrais atenuando assim disfunções cerebrais associadas ao processo de envelhecimento.

Como temos observado a prática de atividade física regular é associada a um aumento da plasticidade cerebral, contudo também os efeitos agudos do exercício físico na neuroplasticidade foram investigados. Desta forma a investigação de McDonnell, Buckley, Opie, Ridding e Semmler (2013) teve como objetivo avaliar a excitabilidade corticoespinhal e a plasticidade cerebral nas funções corticais superiores, após uma única sessão de exercício físico aeróbio de baixa e moderada intensidade em 25 adultos saudáveis. A excitabilidade cortical foi avaliada através de estimulação magnética transcraniana e plasticidade cerebral foi avaliada através de análises aos níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). O exercício aeróbio de baixa e moderada intensidade foi realizado em bicicleta estática. Apesar de o exercício aeróbio não ter alterado a excitabilidade cortical e os níveis do fator neurotrofico derivado do cérebro não terem aumentado significativamente, os resultados sugeriam que os exercícios e baixa intensidade têm o potencial de aumentar a eficácia da aprendizagem motora.

3.2. Efeitos Agudos e Crónicos da Atividade Física nas Funções Cognitivas

Existem outras investigações que pretendem focar a relação entre a prática de atividade física e o desempenho na capacidade cognitiva e memorização de tarefas. O estudo da relação do exercício físico com a capacidade de aprendizagem e capacidade cognitiva encontra-se dividido em dois paradigmas. Por um lado temos o estudo dos efeitos agudos do exercício físico para testar o desempenho cognitivo durante ou logo após uma sessão de atividade física (Huertas, Zahonero, Sanabria, & Lupiáñez, 2011; Roig et al., 2012; Themanson & Hillman, 2006). Alternativamente, temos o estudo dos efeitos crónicos do exercício físico para avaliar o desempenho cognitivo em função da prática de atividade física (Padilla, Pérez, & Andes, 2014). Os investigadores que se dedicam estudar os efeitos do exercício agudo, acreditam que as mudanças na função cognitiva são de natureza transitória, enquanto os estudiosos dos efeitos do exercício

crónico acreditam que a função cognitiva é estável desde que os sujeitos se mantenham fisicamente ativos.

3.3. Efeitos Agudos da Atividade Física nas Funções Cognitivas

O estudo de Coles e Tomporowski (2008) pretendeu avaliar os efeitos de uma sessão de exercício físico aeróbio na memória de curto prazo e memória a longo prazo. Foram avaliados 18 adultos jovens realizam o teste de Brown-Peterson e um teste de memória livre de itens, antes e depois de 40 minutos de praticaram o exercício aeróbio numa bicicleta estática. O exercício não beneficiou a memória a curto prazo, o que sugere que a excitação induzida pelo exercício físico não influência os processos envolvidos na reconfiguração da informação na memória de trabalho. Contudo o exercício físico alterou aspetos da memória a longo prazo. A recordação de itens foi mantida após o exercício, o que sugere que a prática de exercício físico aeróbio pode facilitar a consolidação das informações na memória a longo prazo. Também Labban e Etnier (2011) testaram os efeitos agudos do exercício físico na memória de longo prazo. A memória foi avaliada através da recordação de dois parágrafos passados 35 minutos. Foram avaliados 48 indivíduos e divididos aleatoriamente em 3 grupos diferentes: exercício físico antes de conhecer os parágrafos; exercício físico após conhecer os parágrafos; sem exercício. A atividade física constitui-se em 30 minutos de bicicleta estática. Os resultados indicaram que os efeitos do exercício agudo influenciaram positivamente a memória de longo prazo. As alterações que a prática de atividade física sobre a memória de trabalho também têm sido investigadas. Deste modo no trabalho de Sibley e Beilock (2007) foi questionado se a capacidade de memória de trabalho é beneficiada por uma sessão de exercício físico e mais especificamente se os indivíduos que apresentam boa ou fraca capacidade de memória de trabalho, seriam mais ou menos afetados pela prática de exercício físico. Os indivíduos foram avaliados na memória de trabalho antes da prática e imediatamente após 30 minutos de exercício numa passadeira. Apenas os indivíduos com níveis mais baixos de memória de trabalho, beneficiaram dos efeitos do exercício. Assim este trabalho sugere que as sessões de exercício físico são mais benéficos para sujeitos cujo desempenho na memória de trabalho é mais baixo, o que demonstra que o impacto da atividade física na cognição não é uniforme em todos os indivíduos. Houve também o interesse em perceber se a capacidade de memória de trabalho era influenciada por outro tipo de exercício físico que não seja o aeróbio. Assim Pontifex, Hillman, Fernhall, Thompson, & Valentini (2009) tiveram como objetivo avaliar a os efeitos agudos do exercício físico aeróbio versus exercícios de resistência na memória de trabalho. Concluíram que as alterações cognitivas na memória de trabalho podem ser mais induzidas pelo exercício aeróbio do que exercícios de resistência.

Outras investigações dedicaram-se a estudar os efeitos de uma sessão e exercício físico no desempenho cognitivo de idosos e adultos. Deste forma Stones e Dawe (1993), estudaram os efeitos agudos do exercício físico de baixa intensidade na recuperação da memória e desempenho visuo-motor na população idosa. Foram

avaliados 20 idosos que beneficiaram de uma intervenção de 15 minutos de exercício de baixa intensidade. Foi concluído que a prática de atividade física de baixa intensidade produz efeitos agudos positivos na recuperação da memória. Já o trabalho de Lambourne e Tomporowski, (2010) estudaram os efeitos agudos da estimulação induzida pelo exercício no desempenho cognitivo em indivíduos adultos. Os participantes foram avaliados em dois protocolos de exercício diferentes: bicicleta estática e passadeira. O exercício através da bicicleta foi associado a um melhor desempenho cognitivo durante e após o exercício, enquanto o exercício na passadeira revelou-se prejudicial na cognição durante a prática e melhorias no seu desempenho após o exercício. Estes resultados indicam que o desempenho cognitivo foi afetado diferencialmente pelo tipo de exercício realizado e também houve indicações que o desempenho cognitivo pode ser melhorado ou prejudicado dependendo de quando é medido e do tipo de tarefa cognitiva que é solicitada. No entanto também existem resultados que indicam não existir uma correlação positiva entre diferentes tipos de exercício físico e a capacidade de memória de curto e longo prazo. Hotter, Follansbee, Patel, Nigogosyan e Zirvan (2013) exploraram a relação do impacto do exercício aeróbio e anaeróbio na retenção da memória de curto e longo prazo em adultos jovens. Os participantes foram divididos em 3 grupos diferentes: treino anaeróbio, treino aeróbio e grupo de controlo. A avaliação da memória ocorreu logo após a execução dos diferentes tipos de treino e após uma semana. Os resultados revelaram não existir diferenças significativas entre os grupos avaliados, na memória de curto e a longo prazo. Este estudo não ofereceu nenhuma evidência que existe uma correlação entre os efeitos agudos do exercício aeróbio e anaeróbio na retenção da memória.

3.4. Efeitos Crónicos da Atividade Física nas Funções Cognitivas

No decorrer do processo de envelhecimento, as áreas neurais e processos cognitivos não se degradam de forma uniforme. Estudos em animais indicam que as funções metabólicas e neuro químicas do cérebro podem melhorar com o treino aeróbio. No entanto tem existido dúvidas nos mecanismos por trás de como o treino de resistência e o treino aeróbio e que podem diferencialmente ter impacto nas funções cognitivas do cérebro. Desta forma foram desenvolvidas investigações que pretenderam entender se diferentes protocolos de exercício físico poderiam, ou não, influenciar o desempenho cognitivo. No trabalho de Kramer et al. (1999) investigou-se se a maior aptidão aeróbia em indivíduos idosos, resultaria em melhorias nos processos de controlo executivo como o planeamento, programação e memória de trabalho. Durante um período de 6 meses foram estudados 124 idosos sedentários e foram distribuídos num grupo de treino aeróbio e num grupo de treino de alongamento e tonificação. Concluíram que o grupo que recebeu treino aeróbio, apresentaram melhorias substâncias no desempenho em tarefas que requerem controlo executivo em comparação com os sujeitos que receberam o treino de tonificação e alongamentos. Já Liu-Ambrose et al. (2010) compararam os efeitos do treino de resistência (2 vezes por semana), com o treino de equilíbrio (2 vezes por

semana) no desempenho cognitivo nomeadamente na memória de trabalho em mulheres idosas, durante 12 meses. Foram avaliadas 155 mulheres e colocadas de forma aleatória em 3 grupos diferentes (grupo de treino de resistência; grupo de treino de equilíbrio e grupo de controlo). Os resultados mostraram que o grupo de treino de resistência melhorou nas funções cognitivas de memória de memória de trabalho por comparação ao grupo de treino de equilíbrio. Conclui-se que o treino de resistência melhorou mais as funções cognitivas das idosas por comparação ao treino de equilíbrio.

Outros trabalhos de investigação centraram-se em estudar os efeitos de diferentes níveis de intensidade de atividade física na cognição. Sendo assim, Ruscheweyh et al. (2011) investigaram se a prática de atividade física realizada em diferentes níveis de intensidade afetaria diferencialmente a função da memória episódica. Sendo assim, 62 idosos saudáveis foram avaliados na aptidão aeróbia, na memória episódica e foram também submetidos a uma ressonância magnética antes e depois de uma intervenção de 6 meses de atividade física de diferentes níveis de intensidade. Os resultados indicaram que a prática de atividade física foi positivamente associada ao aumento da função da memória, sem diferenças significativas entre os grupos de diferentes intensidades. Assim a prática de atividade física tem efeitos benéficos na função da memória independentemente da sua intensidade. Cassilhas et al. (2007) avaliaram o impacto de 24 semanas de treino de resistência com duas intensidades diferentes nas funções cognitivas de idosos e também na memória de curto prazo, e na memória episódica de longo prazo. Os participantes foram avaliados nas tarefas cognitivas antes e depois do programa de atividade física. Os autores concluíram que tanto os exercícios de resistência de intensidade moderada e intensidade mais elevada tiveram igualmente efeitos benéficos no funcionamento cognitivo e memória de curto prazo

Como temos vindo a referir o exercício aeróbio tem efeitos benéficos sobre o funcionamento cognitivo durante o processo de envelhecimento. Estudos em ratos, revelaram que o exercício físico foi capaz de induzir alterações neurofisiológicas no hipocampo e melhorar assim a aprendizagem espacial. No trabalho de Holzschneider, Wolbers, Brigitte e Hötting (2011) investigaram a relação entre a aptidão cardiovascular e aprendizagem espacial e padrões associados das ativações cerebrais. Uma amostra de 106 indivíduos de meia-idade participara num programa de exercício físico durante 6 meses. Os participantes foram avaliados na aprendizagem espacial através de um teste de labirinto virtual. As ativações cerebrais durante esta tarefa foram avaliadas através de ressonância magnética. Os resultados indicaram que a aptidão cardiovascular teve impacto nas regiões do cérebro associadas à aprendizagem espacial. Já Nagamatsu et al. (2013) tiveram como objetivo estudar os efeitos do exercício físico durante 6 meses na memória espacial e aprendizagem verbal em mulheres idosas com deficit cognitivo leve. As 86 participantes foram colocadas em 3 grupos diferentes (grupo treino resistência; grupo treino aeróbio; grupo de controlo). A avaliação da memória espacial e aprendizagem verbal foi realizada antes e depois do programa de atividade física. Verificou-se uma correlação

positiva no desempenho da memória espacial e aprendizagem verbal e a condição física das participantes após a intervenção no grupo de treino aeróbio.

A relação dos efeitos crónicos do exercício físico sobre a capacidade de memória de trabalho também foi alvo de investigações. Padilla et al. (2014), tiveram como objetivo verificar os efeitos do exercício físico crónico na memória de trabalho em adultos jovens e saudáveis. Os participantes deste estudo foram avaliados na sua condição física e divididos em dois grupos: ativos e sedentários. Posteriormente foi administrado aos participantes um teste verbal de memória de trabalho. Os indivíduos ativos fisicamente apresentaram melhor desempenho na memória de trabalho por comparação aos indivíduos sedentários. Estes resultados indicam uma associação positiva entre os efeitos crónicos do exercício físico e a memória de trabalho.

Também se tem verificado os efeitos da atividade física nas funções cognitivas em idosos com condições de saúde frágeis. Langlois et al. (2013) investigaram os benefícios do exercício físico na cognição de idosos frágeis ao nível das patologias associadas ao processo de envelhecimento. Um total de 83 participantes com idades foram divididos para um grupo de prática de exercício físico (3 vezes por semana durante 12 semanas) e para um grupo de controlo. Ambos os grupos foram avaliados no desempenho cognitivo antes e após a intervenção. Os resultados mostraram que o grupo de prática de exercício apresentou melhorias significativas no desempenho cognitivo em funções executivas como a memória de trabalho por comparação ao grupo de controlo.

Apesar das associações positivas encontradas, há resultados contraditórios dos benefícios da prática de atividade física sobre a memória e sua recuperação. Na investigação de Fritz, Drakas, Rashid, Schmitt e King (2012) investigou-se a relação da prática de exercício aeróbio sobre a retenção da memória e sua recuperação. Adultos jovens foram divididos em 2 grupos (grupo de praticantes de exercício aeróbio e grupo de não praticantes). A memória de curto e longo prazo foi avaliada através da recordação de cartões e foi aferida em diferentes intervalos de tempo. Assim o teste de memória foi aplicado logo após uma sessão de exercício, passados 3 dias depois e também passados 10 dias depois da primeira avaliação. Não foram encontradas diferenças significativas na retenção e na recuperação da memória entre os 2 grupos avaliados.

3.5. Atividade Física, Consolidação da Memória Motora e Aprendizagem

A maioria dos estudos que avaliaram os efeitos da prática de atividade física na função cerebral têm-se centrado na avaliação de tarefas neuropsicologias como o tempo de reação simples e envolvendo movimentos discretos como o tamborilar dos dedos (Audiffren, Tomporowski, & Zagrodnik, 2009; Lambourne, Audiffren, & Tomporowski, 2010). Em contraste, não se tem dado muita atenção ao estudo de outras tarefas que envolvem movimentos mais complexos, exigindo assim a integração de informações de diferentes áreas do cérebro. Por exemplo, existe um

pequeno número de estudos que investigaram os efeitos do exercício físico em formas específicas de memória (Pontifex et al., 2009; Stones & Dawe, 1993; Tomporowski et al., 2005) e de aprendizagem (Winter et al., 2007) e também sobre especificamente a consolidação da aprendizagem de habilidades motoras na memória (Roig et al., 2012).

O estudo de Pereira (2009) teve como objetivo comparar a capacidade de consolidação da memória motora entre atletas profissionais e indivíduos sedentários, através de cinco provas: Digital Tapping Task; Reaction Time Task; Circuito Elétrico; Pouring Task e Equilíbrio. A aplicação dos testes foi efetuada num determinado dia, onde os indivíduos desenvolveram a aprendizagem das provas mencionadas, e passadas 24 horas foi verificada a consolidação da memória motoras nas diferentes provas. Em ambos os grupos verificaram-se melhorias significativas de desempenho nas medições efetuadas 24 horas após a aprendizagem e sem treino adicional nos testes Digital Tapping, Reaction Time Task e Pouring Task. No entanto os atletas revelaram uma melhor capacidade de consolidação da memória motora nos testes que envolveram sequências motoras. No que diz respeito às provas de Equilibrio e Circuito Elétrico, ambos os grupos não revelaram alterações significativas no desempenho quando avaliados 24 horas após a aprendizagem. Este estudo conclui que o processo de consolidação da memória motora parece ser mais significativo em indivíduos como uma atividade física constante por comparação com indivíduos sedentários. Desta forma a atividade física a longo prazo pode ter benefícios na consolidação de memória motora e facilitar a aprendizagem de novos gestos motores. Também o estudo de Roig et al., 2012 teve o objetivo de investigar se uma única sessão de exercício físico podia melhorar a consolidação da memória motora e a aprendizagem de habilidades motoras. Também foi investigado se o momento em que ocorre a sessão de exercício físico tem influência em relação à aprendizagem de habilidades motoras. Foram avaliados 48 sujeitos jovens e colocados aleatoriamente em três grupos diferentes: grupo PRE (realizaram 20 minutos de exercício aeróbio em bicicleta estática e posteriormente efetuaram a aprendizagem da tarefa motora durante 5 minutos); grupo POST (efetuaram primeiro a aprendizagem da tarefa motora durante 5 minutos e depois praticaram 20 minutos de exercício aeróbio em bicicleta estática); grupo COM (primeiro relaxaram 20 minutos e posteriormente realizaram a aprendizagem da tarefa motora durante 5 minutos. A habilidade motora aprendida foi uma tarefa de precisão visuo-motora e a sua retenção na memória motora foi avaliada passada 1 hora, 24 horas e 7 dias após. Os resultados encontrados mostram que os grupos que praticaram exercício físico apresentaram uma melhor retenção da habilidade motora, 24 horas e 7 dias após a prática, quando comparados ao grupo que não praticou exercício físico. Estes resultados também indicam que os efeitos positivos do exercício físico durante os primeiros estágios de consolidação da memória motora são maximizados quando o exercício é realizado imediatamente após a aprendizagem de uma habilidade motora. Dentro no mesmo âmbito da relação do exercício físico com a consolidação da memória motora, Ghadiri, Rashidy-Pour, Bahram e Zahedias (2012) tiveram o objetivo de investigarem os efeitos do exercício físico agudo na consolidação da memória motora. Foram avaliados 40 indivíduos e

foram divididos em dois grupos: grupo de praticantes de exercício aeróbio e grupo de não praticantes. A tarefa motora deste estudo foi uma tarefa de correspondência de cores e os sujeitos executaram esta em duas fases: fase de aquisição e fase de retenção. Na fase de aquisição os indivíduos dos dois grupos praticaram a tarefa em 6 blocos de 150 ensaios. Posteriormente a praticarem a tarefa, o grupo de praticantes de exercício aeróbio realizou a atividade física numa passadeira e o grupo de não praticantes, repousou. Passadas 24 horas voltaram a executar a tarefa aprendida anteriormente. Os resultados mostraram que o grupo de praticantes de exercício aeróbio, obtiveram mais melhorias na performance da tarefa motora em comparação ao grupo de não praticantes. Estes resultados indicam que o exercício físico agudo logo após a aprendizagem de uma tarefa motora, pode facilitar a consolidação da memória motora.

Outros estudos mostraram que a prática sistemática de atividade física aeróbia influência positivamente o córtex motor e o cerebelo. Num estudo com ratos, Black, Isaacs, Anderson, Alcantara, e Greenough (1990) verificaram os efeitos de exercícios aeróbios na aprendizagem motora. Após 30 dias de treino aeróbio verificou-se um aumento no número de sinapses de células Purkinje (células primárias no cerebelo). Em estudos posteriores também foram demonstradas mudanças similares na densidade de vasos sanguíneos no córtex motor em ratos, resultantes do treino aeróbio (Swain et al*.,* 2003; Kleim et al., 2002).

No sentido de verificar se a aptidão física aeróbia pode ter impacto positivo na aprendizagem e desempenho motor no processo de envelhecimento, Etnier e Landers (1998) realizam um estudo onde avaliaram as diferenças de aprendizagem motora em função da idade e da capacidade aeróbia. Foram avaliados 41 idosos e 42 jovens, numa tarefa motora onde realizaram a aquisição desta num determinado dia, e a sua retenção foi avaliada passado um dia. Os resultados indicaram que embora os participantes do grupo experimental melhoram mais do que os participantes do grupo de controlo, a capacidade aeróbia não teve impacto significativo no desempenho motor e aprendizagem motora tanto nos jovens como nos idosos.

II Parte: Organização e Planificação do Estudo

Capítulo I: Objeto de Estudo

1. Introdução

Neste capítulo pretendemos apresentar os objetivos e problema de investigação, a formulação das hipóteses e a sua fundamentação e as limitações do estudo.

2. Objetivos e Questões de Investigação

O objetivo do nosso estudo foi avaliar a consolidação da memória motora em idosos praticantes de atividade física estruturada e em idosos não praticantes de atividade física, no sentido de perceber se a prática de atividade física estruturada promove uma melhor capacidade na consolidação de memorização motora em habilidades motoras relacionadas com a destreza manual e destreza pedal.

Para definirmos as nossas questões de investigação tivemos em consideração as exigências específicas para a escolha de um problema de investigação de Tuckman (2002). Deste modo tivemos em conta a *praticabilidade*, onde verificamos que o estudo estava ao nosso alcance ao nível dos instrumentos de recolha de dados e acesso à amostra pretendida e estava dentro de possíveis constrangimentos temporais; na *amplitude crítica*, consideramos que o problema tem um alcance e uma magnitude suficiente; ao nível do *interesse*, a escolha do problema de investigação está dentro dos nossos interesses de investigação; no *valor teórico* pensamos que o problema teria importância no preenchimento de uma lacuna em relação aos estudos existentes; no *valor prático*, julgamos que os investigadores e técnicos da área estariam interessados em conhecer os possíveis efeitos da atividade física nas capacidades de memorização motora da população idosa.

Assim o problema de investigação do nosso estudo é o seguinte: **Haverá diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física?**

No entanto se mergulharmos no problema da nossa investigação constatamos a existência de sub problemas para os quais procuramos dar resposta. Deste modo pretendemos saber:

- Será que existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente ao tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física?

- Será que existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física?

3. Formulação das Hipóteses

Lakatos e Marconi (1990) referem que se as hipóteses são colocações presumíveis da relação entre duas ou mais variáveis, então devem conduzir a implicações claras para o teste da relação estabelecida, ou seja, as variáveis devem ser passíveis de mensuração ou potencialmente mensuráveis, especificando, a hipótese, como as variáveis estão relacionadas.

Após a apresentação das hipóteses apresentamos a fundamentação das mesmas.

- **Hipótese Geral:** Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

Tendo em conta a subdivisão do nosso problema formulamos as seguintes hipóteses específicas relativas aos nossos sub-problemas:

- **Hipótese Específica 1:** Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente ao tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.
- **Hipótese Específica 2:** Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

3.1. Fundamentação das Hipóteses

Em todas as nossas hipóteses formuladas, indicamos que existem diferenças na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física. Decidimos apostar que existem diferenças porque Brisswalter et al. (2002) realizaram um resumo dos estudos desenvolvidos na última década que relacionam a intensidade do exercício físico com a performance cognitiva. Os autores encontraram uma correlação positiva na maioria dos estudos entre a prática de atividade física e a melhoria das funções cognitivas testadas, entre elas a capacidade de memória. Também Callaghan, Ohle e Kelly (2007), apresentaram resultados concordantes com um aumento na expressão do fator neurotrófico BDNF devido a um aumento da potenciação de longo termo provocada pelo exercício físico. Este aumento melhorou as capacidades cognitivas e as capacidades relacionadas com a aprendizagem espacial. Também Winter et al. (2007), encontraram relações positivas entre os benefícios da atividade física regular

na aprendizagem. No que diz respeito ao processo de envelhecimento humano a prática de atividade física reduz o risco de declínio cognitivo relacionado com o processo de envelhecimento (Barnes, Yaffe, Satariano,& Tager, 2003; Lautenschlager et al., 2008). No estudo de Etgen, et al. (2010) foi concluído que sujeitos idosos praticantes de atividade física moderada ou alta, são de menor risco de declínio cognitivo do que os indivíduos idosos que não praticam atividade física.

No estudo de Pereira (2009) foi concluído que indivíduos que beneficiam de um atividade física constante podem ter benefícios na consolidação de memórias motoras. Já no estudo realizado por Roig et al. (2012) também foi concluído que o exercício físico aeróbio produz melhorias nos estágios iniciais da consolidação da memória motora quando este é realizado após a aprendizagem de uma tarefa motora. Também Ghadiri, Rashidy-Pour, Bahram e Zahedias (2012) verificaram que após a aprendizagem de uma tarefa motora, os sujeitos que foram submetidos à prática de exercício físico, apresentam melhores resultados comparativamente aos sujeitos que repousaram. Estes resultados indicam que a prática de atividade física aeróbia após aprendizagem de uma tarefa motora facilitam a consolidação da memória motora.

Capítulo II: Métodos e Procedimentos

1. Introdução

Na opinião de Heinemann (2003) um conhecimento sólido dos métodos e técnicas de investigação e a sua cuidadosa aplicação constituem uma condição indispensável para executar um trabalho científico de qualidade. Neste capítulo iremos descrever os procedimentos seguidos no nosso estudo, ou seja, vamos explicar em detalhe os procedimentos adotados de forma a encontrar as respostas para as nossas questões de investigação e poder tirar as respetivas conclusões. Assim, identificamos quais são as variáveis do nosso estudo, como foram selecionados os indivíduos da nossa amostra e as características da amostra, os métodos, técnicas e instrumentos de recolha de dados e por fim os métodos e técnicas de tratamento dos dados.

O estudo seguiu um design de investigação *ex post* facto porque foi procurado relacionar o tratamento que ocorreu naturalmente, sem a nossa intervenção (prática de atividade física), depois de ocorrido, com um resultado ou uma medida (consolidação da memória motora), a variável dependente (Tuckman, 2002). Quanto à natureza do estudo esta é quantitativa porque utilizou-se um processo sistemático de colheita de dados observáveis e quantificáveis (Heinemann, 2003)

2. Variáveis

Para Tuckman (2002) as variáveis devem ser operacionalizadas de forma a poderem ser estudas e também devem ser conceptualizadas, para a partir delas se poder generalizar. O fator que escolhemos para determinar a sua relação com o fenómeno observado, a condição antecedente, é a variável independente. É a variável independente porque é aquela que estamos interessados em conhecer o seu efeito, ou seja, o resultado da sua ação sobre outras variáveis, as variáveis dependentes (Petrica, 2003).

No presente estudo identificamos a seguinte variável independente:

- Prática de atividade física.

Também podemos encontrar a seguinte variável dependente:

- Consolidação da memória motora.

3. Amostra

Na elaboração da nossa amostra seguimos as etapas da elaboração de um plano amostral de Fortin (1999). Deste modo os passos seguidos foram os seguintes: *Delimitar a população alvo*, o grupo para qual estamos interessados em investigar; *delimitar a população acessível*, isto é, determinar a porção da população que nos é

acessível; *especificar os critérios de seleção*, os critérios devem ser definidos em função das características dos sujeitos; *definir o plano de amostragem*, onde precisa-se o tipo de amostragem desejado de que forma a amostra foi constituída; *determinar o tamanho da amostra*, considerando os diferentes fatores nisso implicados; *proceder à amostragem*, ou seja, recrutar os sujeitos segundo o plano estabelecido.

A população alvo do nosso estudo é a população idosa praticante regular de atividade física estruturada e a população idosa não praticantes de atividade física. Quanto ao tipo de amostragem a nossa amostra é não probabilística porque foi um procedimento de seleção segundo o qual cada elemento da população não tem uma probabilidade igual de ser escolhido para constituir a amostra (Fortin, 1999). Deste modo recorremos a uma população acessível que na sua generalidade é limitada a uma região, uma cidade, um local, etc. e apresenta diferenças no que diz respeito a uma ou mais caraterísticas (Woods & Catanzaro, 1988). Assim a nossa amostra foi constituída por alunos da Universidade Sénior Albicastrense (USALBI) por ser uma população de acesso fácil para nós. No que diz respeito ao método de amostragem não probabilística utilizado foi a amostra acidental visto que foi formada por indivíduos que são facilmente acessíveis e encontram-se presentes num local determinado e num momento preciso (Fortin, 1999).

Relativamente ao tamanho, como recorremos a uma amostra não probabilística, os métodos estatísticos não são pertinentes para determinar o seu tamanho (Gaya, 2008). Nestes casos, as estratégias visam maximizar a utilidade da informação, e isso, deve ser interrompido quando a informação se tornar redundante (Contandriopoulos, 1997). Portanto, as nossas preocupações centraram-se em obter uma amostra suficientemente grande considerando as questões de tempo e economia. Apesar de os métodos estatísticos não serem importantes na determinação do tamanho de uma amostra com as caraterísticas da nossa, tivemos em conta a opinião de Hill e Hill (2000) no que diz respeito à "regra do polegar". Para estes autores, o objetivo da regra do polegar é estimar o tamanho mínimo da amostra para que seja possível efetuar uma análise estatística adequada dos dados.

3.1. Critérios de Seleção da Amostra

Os critérios para a seleção da nossa amostra foram os seguintes: indivíduos praticantes de atividade física estruturada no mínimo num período de 12 meses prévios ao início do presente estudo; indivíduos não praticantes de atividade física; indivíduos com idade a partir dos 65 anos. A avaliação da prática regular de atividade física para posterior classificação e alocação dos sujeitos em grupos, foi efetuada através do Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) que inclui questões referentes ao tipo de atividade física praticada, a frequência semanal de tal prática e a duração das sessões de treino. Consideraram-se praticantes de atividade física estruturada os indivíduos que participam regularmente em, pelo menos, sessões bissemanais de atividade física orientada por um técnico, com uma duração de pelo menos 40 minutos, e não

praticantes de atividade física, indivíduos que não pratiquem atividade física, seja estruturada ou não estruturada (não orientada por um técnico) (Carvalho, Pinto, & Mota, 2004). Deste modo os sujeitos foram divididos em dois grupos em função dos hábitos de prática de atividade física regular: grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física.

Foram rejeitados da nossa amostra, indivíduos, que à partida, apresentem alterações sensoriais, mentais, motoras ou outros problemas atípicos de saúde (Carvalho et al*.*, 2004).

3.2. Caraterização Geral da Amostra

A amostra foi formada por alunos da Universidade Sénior Albicastrense (USALBI) e foi constituída por 53 sujeitos de ambos os géneros com idades compreendias entre os 65 e os 79 anos com uma média de idades de 71,69.

Procedemos à divisão da amostra em dois grupos distintos: grupo dos praticantes de atividade física estruturada e grupo dos não praticantes de atividade física, de acordo com a distribuição indicada na tabela 1.

Tabela 1: Caraterização da Amostra.

Grupos	N	Género masculino	Género feminino	Idade mínima	Idade máxima	Média de idade (anos)
Praticantes de atividade física estruturada	29	11	18	65	77	70,78
Não praticantes de atividade física	24	8	16	65	79	72,92
Total	**53**					**71,69**

O grupo dos praticantes de atividade física estruturada foi composto por 29 indivíduos, sendo 11 do género masculino e 18 do género feminino. Este grupo tem uma média de idades de 70,78. O grupo dos não praticantes de atividade física foi composto por 24 indivíduos, onde 8 são do género masculino e 16 do género feminino. A média de idades deste grupo é de 72,92.

4. Métodos e Técnicas de Recolha de Dados

Neste ponto pretendemos descrever os procedimentos escolhidos para a recolha dos dados. Serão descritas as condições da recolha de dados, momentos temporais da mesma, como foi realizada e quais os instrumentos que foram utilizados.

Posteriormente, clarificamos a forma como afinámos os instrumentos de recolha de dados.

4.1. Condições de Recolha de Dados

Relativamente à recolha de dados do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991), foi dado a preencher aos indivíduos da amostra numa sala com condições para o efeito.

A aplicação dos testes motores, Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) foram realizados num espaço preparado previamente para a sua execução. Uma vez que os testes motores foram realizados individualmente, os indivíduos foram encaminhados para uma zona de espera onde aguardaram a sua vez. A zona de espera foi isolada em relação ao espaço dos testes motores para que os sujeitos não vissem previamente as provas a realizar e assim não memorizar e criar estratégias para obter um melhor resultado.

4.2. Realização no Tempo

A eficácia com que as memórias motoras são consolidadas é inferida a partir do momento do desempenho das habilidades motoras num ensaio de retenção realizado em algum momento depois da aquisição das mesmas (Kantak & Winstein , 2012). Dada a capacidade limitada do cérebro em consolidar simultaneamente um grande número de memórias (McGaugh, 2000), a introdução de uma nova tarefa motora imediatamente ou logo após depois de se praticar uma primeira habilidade, pode interferir na consolidação desta. Para evitar que existisse interferências na consolidação das tarefas motoras por nós avaliadas, destreza manual e destreza pedal, as avaliações entre as tarefas ocorreram com um intervalo de uma semana. Sendo assim, primeiro foi realizada a avaliação da tarefa de destreza manual num determinado dia e passadas 24 horas, para aferir a consolidação da tarefa na memória, voltou-se a repetir a avaliação da tarefa do dia anterior. Passado o período de tempo de uma semana, utilizamos o mesmo procedimento na avaliação da tarefa referente à destreza pedal.

As avaliações das tarefas motoras foram realizadas 24 horas depois de os sujeitos as executarem pela primeira vez, porque Krakauer e Shadmehr (2006) propõem as consolidações na memória motora de longo termo a partir das 24 horas depois de terminada a tarefa.

4.3. Etapas de Recolha de Dados

Foram considerados os aspetos éticos referidos na Declaração de Helsínquia modificada em Edimburgo (Archer & Osswald, 2000) da Associação Médica Mundial, incluindo a adequada informação dos participantes em relação ao estudo, a manutenção da sua confidencialidade e anonimato através da codificação dos

participantes, assim como, a obtenção do seu consentimento informado escrito antes se de efetuar a recolha de dados.

Os dados foram recolhidos em 7 etapas nas instalações da Universidade Sénior Albicastrense (USALBI) de acordo com a seguinte tabela 2.

Tabela 2: Etapas de Recolha de Dados.

1ª Etapa	Solicitar autorização à Universidade Sénior Albicastrense para a recolha de dados.
2ª Etapa	Esclarecimentos relativos ao estudo e procedimentos nas etapas de recolha aos potenciais sujeitos da amostra. Preenchimento do termo de consentimento informado escrito.
3ª Etapa	Recolha de dados: Preenchimento do Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991).
4ª Etapa	Recolha de dados: 1ª avaliação com o teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990)
5ª Etapa	Recolha de dados: 2ª avaliação com o teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990)
6º Etapa	Recolha de dados: 1ª avaliação com o teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).
7º Etapa	Recolha de dados: 2ª avaliação com o teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

4.4. Processos de Recolha de Dados nos testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991)

A recolha dos dados nos testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) foram efetuados em três momentos de avaliação distintos (Baseline; Performance após treino; Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino) com o objetivo de diferenciar a performance de todos os indivíduos durante o processo de aprendizagem e consolidação na memória das tarefas (Pereira, 2009). As especificidades dos momentos de avaliação são as seguintes:

1. No início da aprendizagem, ou seja, na primeira execução dos testes motores **(Baseline)**, os sujeitos realizam estes segundo o seu protocolo;

2. Para obtermos a **Performance após treino** os sujeitos executaram cada um dos testes motores num bloco de 5 repetições. O número de repetições dos testes foi estabelecido através de experiência prévia no sentido de verificar o número de repetições necessárias à estabilização, de acordo com a complexidade da tarefa (Chiviacowsky, 2000). Através do estudo-piloto por nós realizado foi possível verificarmos que o desempenho dos resultados dos sujeitos avaliados estabilizou entre a terceira e a quinta repetição de cada teste motor. Também constatamos que os sujeitos avaliados no estudo-piloto manifestaram relutância em realizar as tarefas propostas por mais repetições;

3. Execução dos testes motores 24 horas após o processo de treino **(Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino))**. Os sujeitos executaram cada um dos testes motores num bloco de 2 repetições. Este número de repetições foi sugerido pelos resultados encontrados no estudo-piloto.

O registo dos resultados no momento Baseline, corresponde ao que está descrito em cada protocolo dos testes motores. No momento de avaliação Performance após treino e Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino), os resultados correspondem à média dos dados obtidos das repetições executadas.

Tanto para o teste Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) a avaliação da destreza manual e destreza pedal, respetivamente, correspondeu aos membros dominantes de cada sujeito.

Os resultados dos testes motores foram registados em fichas de observação específicas para o efeito.

4.5. Instrumentos de Recolha de Dados

A medida desempenha um papel fundamental no processo de investigação. Efetivamente os instrumentos de recolha de dados permitem uma medição mediante os quais é possível recolher dados e medições exatas, ou seja, devem ser válidos, fiáveis e objetivos com a finalidade de responder ao problema de investigação formulado (Heinemann, 2003). Para Tuckman (2002) a fidelidade de um teste significa que o teste é consistente, ou seja, designa a precisão e a constância dos resultados que eles fornecem. Já a validade de um teste, refere-se ao facto de o teste medir o que realmente pretende medir (Tuckman, 2002).

4.5.1. Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991)

O questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) para a população idosa, com idades entre os 63 a 80 anos, permite avaliar o nível de atividade física desta população. Este questionário é composto por três partes principais e refere-se às atividades físicas habituais do

último ano. A primeira parte inquire os sujeitos acerca das suas atividades domésticas habituais. A segunda parte aborda questões relativas à prática de atividades desportivas e, por fim, a terceira parte refere-se às atividades de tempo livre.

Como o nosso objetivo foi selecionar a nossa amostra em dois grupos distintos (grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física) através do questionário, apenas recorremos às questões relativas à prática de atividades desportivas. Também recorremos à pergunta da categoria de atividades de tempo livre, apenas como informação adicional. Desta forma além de conseguirmos determinar se os sujeitos praticavam atividade física estruturada ou se eram não praticantes, também obtivemos a informação se os sujeitos praticavam, ou não, atividade física não estruturada. Esta informação foi importante na medida em que nos possibilitou controlar se os sujeitos que não praticassem atividade física estruturada mas que praticassem atividade física não estruturada, não fossem selecionados para a nossa amostra.

Indicamos que no Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991), Voorrips et al. (1991) obtiveram a concordância teste-reteste para a classificação dos sujeitos em três níveis de atividade física de 72% e o índice de correlação de Spearman foi de 0,89. Concluiu-se que o questionário de Baecke et al. (1982) modificado por por Voorrips et al. (1991) para a população idosa, fornece um método confiável e válido para a classificação de sujeitos idosos em categorias de atividade física (alta, média e baixa). Foi também efetuado por Mazo, Mota, Benedetti e Barros (2001) um estudo com o objetivo de verificar a reprodutibilidade e validade do questionário de Baecke et al. (1982) modificado por por Voorrips et al. (1991) para a população idosa, na avaliação do nível de atividade física de mulheres idosas. Os autores concluíram que o questionário revela boa consistência de medidas teste-reteste. Assim o nível de validade serve para a discriminação de níveis gerais de atividade física.

4.5.2. Teste Soda Pop (Osness et al., 1990)

Este teste pertence à bateria de testes Functional Fitness Assessment for Adults Over 60 years e foi desenvolvida por Osness et al. (1990). O teste permite avaliar a destreza manual e coordenação olho-mão no idoso. O teste consiste em realizar dois percursos consecutivos (da esquerda para a direita e da direita para a esquerda) com uma mão (preferida), o mais rapidamente possível, colocando 3 latas, primeiro viradas para baixo e depois para cima, nos locais assinalados.

A destreza manual divide-se em duas categorias a referir: a destreza manual fina e a destreza manual global. A destreza fina refere-se à habilidade de manipular objetos usando partes distais dos dedos e envolve movimentos rápidos e precisos quando se manipulam objetos de pequena dimensão. Na destreza manual global os objetos a manusear são habitualmente maiores e a sua manipulação requer movimentos mais globais (Desrosiers, Rochette, Hébert, & Bravo, 1997). Alguns autores (Ostwald,

Snowdon, Rysavy, Keenan, & Kane, 1989; Wiliams & Hornberger, 1984) identificaram que a destreza manual está relacionada com a independência funcional e com a habilidade para realizar com sucesso as atividades de vida diária.

Hopkins, Murrah, Hoeger e Rhodes (1990), no sentido de verificarem a confiabilidade de bateria de testes de Osness et al (1990), verificaram que no teste de coordenação Soda Pop obteve um nível aceitável de consistência. O coeficiente de estabilidade obtido foi de .72. Também Bravo et al. (1994) realizaram o teste-reteste da bateria de testes de Osness et al. (1990). Ao examinarem 27 sujeitos do género feminino e estes ao efetuarem o teste de coordenação Soda Pop numa zona isolada dos restantes testes da bateria para permitir uma maior concentração dos sujeitos, verificaram um coeficiente de estabilidade de .84. Mobily e Mobily (1997) testaram a confiabilidade da bateria realizando avaliação dos testes, a diferentes números de sujeitos, nos seguintes intervalos de tempo: baseline (n = 29), passadas 4 semanas (n = 21) e após 8 semanas (n = 18). No que diz respeito ao teste de coordenação Soda Pop, foram obtidos os seguintes resultados de confiabilidade: baseline (0,949), passadas 4 semanas (0,937) e após 8 semanas (0,940). Os autores concluíram que os testes da bateria, incluindo o teste de coordenação Soda Pop, demonstram um nível aceitável de consistência e confiabilidade.

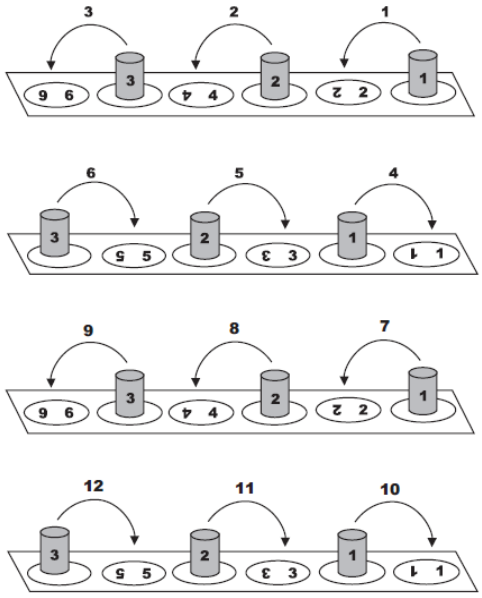
O protocolo do teste é o seguinte:

- Equipamento necessário: Mesa; plataforma de cartão com 81,28 cm de altura e 12,7 cm de largura; seis círculos de 8,26 cm de diâmetro desenhados no centro da plataforma de cartão, a 3,81 cm de distância; três latas de refrigerantes (33 cl) cheias; um cronómetro.

- Procedimento: As latas dos refrigerantes são colocadas da seguinte forma: uma lata no primeiro círculo; uma lata no terceiro círculo; uma lata no quinto círculo. O avaliando deverá sentar-se numa cadeira em frente à mesa. O avaliando deve agarrar a lata do primeiro círculo com a sua mão dominante. Ao sinal "Vai" o avaliando terá de realizar dois percursos consecutivos (da esquerda para a direita e da direita para a esquerda) colocando primeiro cada lata virada para baixo e depois para cima dentro dos círculos adjacentes vazios.

- Avaliação: O tempo de cada teste é cronometrado ao décimo de segundo. O participante realiza dois ensaios. O melhor tempo obtido é registado.

Figura 1: Sequência do teste de destreza manual Soda Pop Osness et al. (1990)



4.5.3. Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991)

Este teste pertence à bateria FACDEX (Desenvolvimento somato-motor e fatores de excelência desportiva na população escolar Portuguesa) e permite avaliar a coordenação dos membros inferiores (destreza pedal). A destreza pedal também é importante em várias atividades diárias e também tem uma importância para enfrentar situações inesperadas como desviar-se de um obstáculo ou de uma bola que surge na nossa direção para evitar uma queda. Kauranen (1999) considera que é importante que o idoso seja capaz de reagir de forma rápida e eficiente a possíveis situações que exijam destreza pedal.

Para a aplicação deste teste é necessário uma cadeira: uma régua em madeira com um metro de comprimento, 1cm de largura e 2mm de altura e um cronómetro. O participante deverá sentar-se na cadeira, com as pernas em ângulo reto e ligeiramente afastadas, para que cada calcanhar fique próximo de cada uma das pernas anteriores da cadeira. A régua deverá ser colocada a meia distância entre os dois pés no sentido longitudinal, devendo ser fixada ao chão com fita adesiva. O avaliador deverá cronometrar 10 segundos. Ao comando do avaliador "pronto...começa", o participante, com o pé preferido, executa, o mais rapidamente possível, um sapateado, batendo alternadamente com o pé no solo de um e do outro lado da régua. Todos os participantes tiveram duas oportunidades de execução do teste. A melhor performance do número de batimentos, é o resultado registado na primeira avaliação.

Embora este teste motor não tenha sido concebido para a população idosa, este tem sido utilizado em investigações com este tipo de população (Freitas, 2008; Moreira, 2011; Oliveira, 2010).

4.6. Afinação dos Instrumentos de Recolha de Recolha de Dados

Foram escolhidos 2 colaboradores no sentido de serem treinados para executar os protocolos dos instrumentos de recolha de dados.

Após a explicação teórica dos protocolos dos instrumentos de recolha de dados aos nossos colaboradores, foi realizado um estudo-piloto. Para Heinemann (2003) a finalidade do estudo-piloto consiste em ser um teste dos próprios instrumentos de recolha de dados e constitui-se na melhor forma de detetar a existência de problemas de aplicação dos mesmos. Assim o questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) e os testes motores Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) foram aplicados a 10 idosos não pertencentes à nossa amostra. Com este estudo-piloto foi possível:

- Cronometrar o tempo médio de aplicação e duração dos testes motores, Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) e do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991);

- Aperfeiçoar a técnica de observação e registo dos testes motores Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) e do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991);

- Estabelecer estratégias de abordagem e instrução metodológica para a realização das provas motoras, Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991), e do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991);

- Verificar o número de repetições com vista à avaliação da consolidação da memória motora nos testes motores Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991), visto que deverá ser estabelecido através de experiência prévia no sentido de verificar o número de repetições necessárias à estabilização, de acordo com a complexidade da tarefa (Chiviacowsky, 2000).

Os indivíduos avaliados não revelaram dúvidas acerca do pretendido na execução das provas motoras e nem em relação às perguntas do questionário. Os protocolos dos instrumentos foram sempre explicados de forma verbal e tranquilamente. Relativamente ao tempo de aplicação dos instrumentos de recolha de dados: as perguntas do questionário demoraram cerca de 1 minuto e 20 segundos a serem efetuadas e respondidas; o teste Soda Pop (Osness et al., 1990) e o teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991), cada teste demoraram cerca de 6 minutos na totalidade das repetições necessárias e explicação dos mesmos.

5. Métodos e Técnicas de Tratamento dos Dados

Os dados provenientes das observações foram tratados em computador através do software Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 17.0.

Numa primeira análise recolhemos e analisámos os dados em bruto das perguntas escolhidas do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991), visto não ser necessário aplicar provas estatísticas nestes dados para selecionamos a nossa amostra em dois grupos independentes (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física).

Numa segunda abordagem no sentido de determinar a normalidade da distribuição correspondente a cada uma das variáveis em estudo, recorremos aos testes de ajustamento da normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk que se aplicam, respetivamente, quando a amostra é maior ou menor que 50 (Pestana & Gageiro, 2000). Uma vez que o tempo de execução no teste do Soda Pop (Osness et al., 1990) e o número de batimentos no teste de Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991), são variáveis quantitativas e o número dos indivíduos constituem uma amostra menor que 50 (n praticantes = 29; n não praticantes = 24), para verificarmos o ajustamento do tempo de execução e do número de batimentos, recorremos ao teste de aderência de Shapiro-Wilk. Como verificámos que a normalidade da distribuição de cada uma das variáveis em estudo segue uma distribuição normal utilizámos o teste estatístico paramétrico análise de variância *One-way* ANOVA para verificar se os dois grupos de sujeitos independentes apresentavam diferenças consideradas estatisticamente significativas nas variáveis analisadas nos diferentes momentos de avaliação das tarefas motoras. Como lembra Levin (1987) para que se possa aplicar a razão F, prova estatística que corresponde à ANOVA, torna-se necessário verificar a normalidade das amostras. A análise de variância (ANOVA), na sua versão, *One-way* ANOVA, corresponde a uma generalização do Teste *t* para a igualdade de duas médias (Laureano, 2011). Uma vez que o tempo de execução e o número de batimentos são variáveis quantitativas, que traduzem a consolidação da memória motora, e o ser praticante de atividade física estruturada ou o ser não praticante é uma variável qualitativa, que define dois grupos independentes, recorremos a este teste estatístico. Para Laureano (2011) esta prova estatística utiliza-se quando se tem uma variável quantitativa e se pretende comparar a sua média em dois ou mais grupos independentes definidos por uma variável qualitativa. Segundo Tuckman (2002), os testes estatísticos paramétricos baseiam-se nas medidas intervalares da variável dependente, ou seja, a variável dependente é um parâmetro quantitativo de uma população (amostra). Este tipo de testes presume que a distribuição é normal; a variância é homogénea e os intervalos são contínuos e iguais.

Finalmente é importante definir a margem de erro tolerada na presente investigação, o nível de significância adotado é o normalmente utilizado na investigação em ciências do comportamento (Fox,1981; Tuckman, 2002), ou seja, o nível de 0,05, que significa a aceitação de uma margem de erro na ordem dos 5%, e deste modo, permite-nos um grau de confiança de 95%.

III Parte: Apresentação e Discussão dos Resultados

1. Introdução

Neste capítulo iremos apresentar os resultados da presente pesquisa, mostrando-os, com a necessária tentativa de interpretação e também proceder à discussão dos seus resultados. Iremos assim apresentar os resultados em dois capítulos, um dedicado aos resultados obtidos no questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) e outro aos resultados dos testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

No capítulo referente aos dados das perguntas do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) será realizada uma descrição das perguntas selecionadas com base nos dados recolhidos.

No capítulo que diz respeito aos dados dos testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) serão apresentados tabelas e gráficos elucidativos dos resultados obtidos, permitindo a comparação nos três momentos de avaliação (Baseline; Performance após treino; Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino) relativamente ao tempo de execução do teste Soda Pop (Osness et al., 1990) e ao número de batimentos no teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) nos dois grupos (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física). As comparações constituem o procedimento fulcral para identificar as diferenças na aprendizagem motora e consolidação da memória motora das tarefas motoras analisadas no sentido de verificar a possível influência da prática de atividade física estruturada nos valores médios das variáveis analisadas.

Na discussão dos resultados iremos enquadrar os dados que obtivemos com os dados da literatura consultada, procurando verificar a existência ou não de diferenças. Assim iremos comentar os resultados obtidos procurando possíveis justificações. Como Tuckman (2002) refere é na discussão dos resultados que se relacionam os resultados da investigação, em termos teóricos e em termos de aplicabilidade, reunindo a análise da bibliografia.

Capítulo I: Apresentação dos Resultados das Perguntas do Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991)

1. Categoria de Atividades Desportivas

Tabela 3: Dados do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991) referentes à categoria Atividades Desportivas.

Pratica Desporto?		Tipo de Atividade Física		Horas/semana	Praticantes há 12 meses	Praticantes há mais de 12 meses
	N		N			
Sim	29	Gerontomotricidade	17	2	3	14
		Hidroginástica	12	2	2	10
Não	24					
Total	53		29		5	24

A tabela 3 apresenta os dados recolhidos através do questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991), que nos permitiu selecionar a nossa amostra em dois diferentes grupos (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física) num total de 53 indivíduos. Deste modo, obtemos a informação que 29 indivíduos são praticantes de atividade física estruturada (praticantes de aulas de gerontomotricidade e hidroginástica), e praticam sessões bissemanais de atividade física estruturada, com uma duração de 1 hora cada. Já os restantes 24 dos indivíduos da amostra, não praticam qualquer tipo de atividade física estruturada ou não estruturada.

Capítulo II: Apresentação dos Resultados dos Testes Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991)

Na intenção de verificar se a nossa **hipótese geral** se confirma, onde indicamos que existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física., testamos neste momento as nossas duas hipóteses específicas. O objetivo de testar hipóteses é determinar a probabilidade de ser sustentada pelos factos (Tuckman, 2002).

1. Resultados do Teste Soda Soda Pop (Osness et al., 1990)

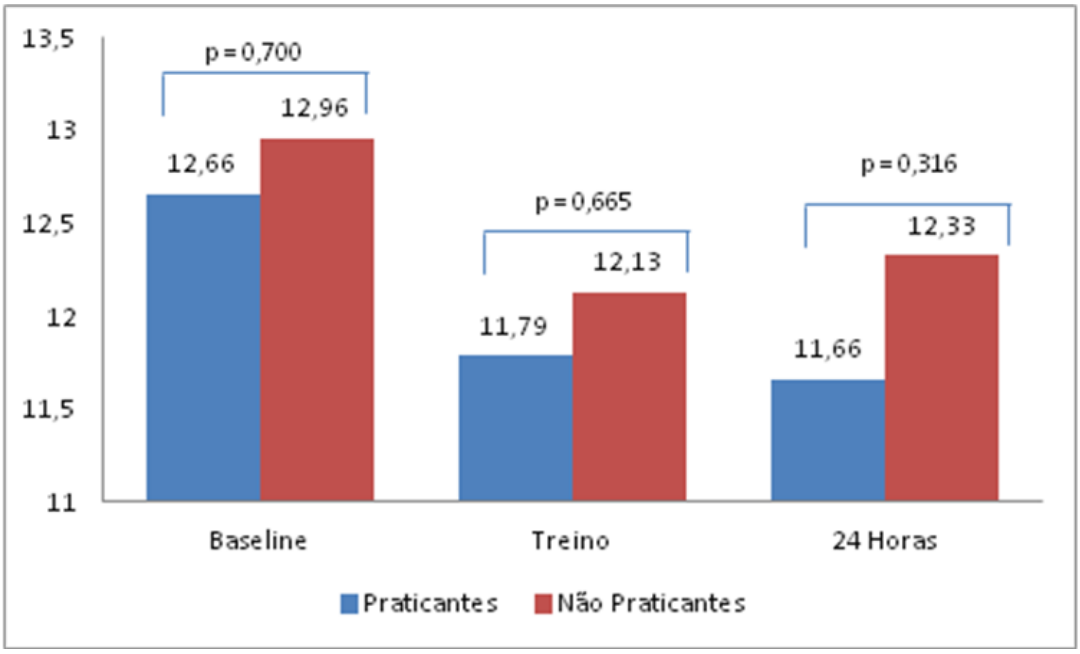
Tabela 4: Significância das diferenças no tempo de execução no teste Soda Pop (Osness et al., 1990) em função das probabilidades associadas aos valores obtidos para os F da Análise da Variância, One-way ANOVA, nos diferentes momentos de avaliação em relação ao grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física.

	Média	Desvio Padrão	F	p.	s.
Baseline					
Praticantes	12,66	3,254			
NPraticantes	12,96	2,216	,150	0,700	n.s.
Após Treino					
Praticantes	11,79	3,121			
NPraticantes	12,13	2,252	,189	0,665	n.s.
Após 24 Horas					
Praticantes	11,66	2,676			
NPraticantes	12,33	2,078	1,027	0,316	n.s.

No sentido de testarmos a nossa **hipótese específica 1** (Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente ao tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física), apresentamos os resultados estatísticos na tabela 4. Os valores da significância das diferenças entre os dois grupos (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física) nos diferentes momentos de avaliação da tarefa motora de destreza manual foram os seguintes: Baseline sendo F (1;51) = 0,150; p-value = 0,700; Performance após Treino sendo F (1;51) = 0,189; p-value = 0,665; Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino) sendo F (1;51) = 1,027; p-value =0,316. Estes resultados indicam que não existem diferenças

estatisticamente significativas entre os dois grupos nos diferentes momentos de avaliação, visto que os resultados obtidos são superiores ao nível de significância de 0,05 (Fox,1981; Tuckman, 2002). Deste modo a nossa hipótese específica 1 não se pode confirmar, ou seja, não existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente ao tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

Gráfico 1: Perfil médio do tempo de execução no teste Soda Pop (Osness et al., 1990) do grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física nos diferentes momentos de avaliação.



Apesar de não se terem observado diferenças estatisticamente significativas, podemos observar que os resultados do grupo de praticantes de atividade física estruturada foram melhores na Performance após Treino em relação ao Baseline, para os não praticantes, porque a diferença foi maior. E em relação aos resultados após 24h pudemos verificar que no grupo dos praticantes de atividade física estruturada os resultados melhoraram, relativamente ao treino, enquanto que no grupo indivíduos não praticantes pioraram. De facto, os praticantes de atividade física estruturada tiveram sempre melhores resultados nos testes que os não praticantes.

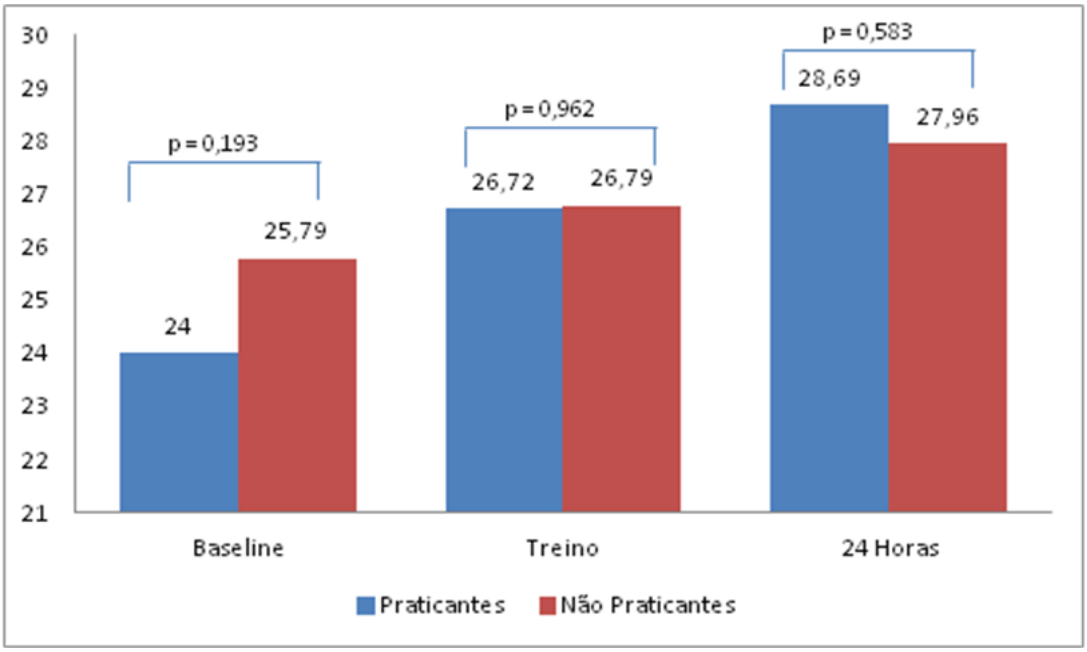
2. Resultados do Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991)

Tabela 5: Significância das diferenças no número de batimentos no teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) em função das probabilidades associadas aos valores obtidos para os F da Análise da Variância, One-way ANOVA, nos diferentes momentos de avaliação em relação ao grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física.

	Média	Desvio Padrão	F	p.	s.
Baseline					
Praticantes	24,00	4,986			
NPraticantes	25,79	4,845	1,739	0,193	n.s.
Após Treino					
Praticantes	26,72	5,175			
NPraticantes	26,79	4,952	,002	0,962	n.s.
Após 24 Horas					
Praticantes	28,69	4,457			
NPraticantes	27,96	5,179	,305	0,583	n.s.

Para testarmos a nossa **hipótese específica 2** (Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física), apresentamos os resultados estatísticos na tabela 5. Deste modo os valores da significância das diferenças entre os dois grupos (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física) nos diferentes momentos de avaliação da tarefa motora de destreza pedal foram os seguintes: Baseline sendo F (1;51) = 1,739; p-value = 0,193; Performance após Treino sendo F (1;51) = 0,002; p-value = 0,962; Performance dia 2, sem treino adicional (24 horas após treino) sendo F (1;51) = 0,305; p-value =0,583. Também estes resultados estatísticos indicam que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos nos diferentes momentos de avaliação, visto que os resultados obtidos são superiores ao nível de significância de 0,05 (Fox,1981; Tuckman, 2002) definido por nós. Desta forma a nossa hipótese específica 2 também não se pode confirmar, ou seja, não existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

Gráfico 2: Perfil médio do número de batimentos no teste do grupo de praticantes de atividade física estruturada e grupo de não praticantes de atividade física nos diferentes momentos de avaliação Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).



Apesar de não se verificarem diferenças estatisticamente significativas, podemos constatar que os resultados do grupo de praticantes de atividade física estruturada foram piores no Baseline e na Performance após Treino do que o grupo dos não praticantes. Relativamente aos resultados após 24 horas pudemos verificar que no grupo de praticantes de atividade física estruturada obtiveram melhores resultados por comparação à sua Performance após o Treino e também melhores resultados comparativamente ao que o grupo dos não praticantes, não sendo as diferenças estatisticamente significativas.

2. Discussão dos Resultados

Os nossos resultados sugerem que na tarefa motora de destreza manual avaliada com o teste Soda Pop (Osness et al., 1990), relativamente ao tempo de execução, em todos os momentos de avaliação os indivíduos praticantes de atividade física estruturada sempre apresentaram melhores resultados em média no tempo de execução quando comparados com o grupo dos não praticantes de atividade física. Embora após 24 horas, que se constitui na medida efetiva da consolidação da memória motora, o grupo de praticantes de atividade física estruturada tenha obtido, em média, melhor tempo de execução por comparação ao grupo dos não praticantes de atividade física, a diferença não é estatisticamente significativa. No que diz respeito aos resultados obtidos na tarefa motora de destreza pedal que foi avaliada através do teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos, ainda que nos momentos de avaliação Baseline e Performance após Treino o grupo de praticantes de atividade física estruturada tenha apresentado, em média, pior desempenho no número de batimentos por comparação ao grupo dos não praticantes de atividade física, após 24 horas o grupo de praticantes de atividade

física estruturada revelou melhor desempenho, em média, por comparação ao grupo dos não praticantes de atividade física, no entanto a diferença não se revelou estatisticamente significativa.

Os resultados encontrados por nós não estão de acordo com os encontrados por Roig et al. (2012) cujo os resultados encontrados mostram que os grupos que praticaram exercício físico apresentaram diferenças significativas na retenção da habilidade motora, 24 horas e 7 dias após a prática, quando comparados ao grupo que não praticou exercício físico. No estudo de Ghadiri et al. (2012) também os resultados mostraram que o grupo de praticantes de exercício aeróbio, após 24 horas, obteve melhorias significativas na performance na tarefa motora em comparação ao grupo de não praticantes. Estes resultados indicaram que o exercício físico agudo logo após a aprendizagem de uma tarefa motora pode facilitar a consolidação da memória motora. Apesar de o nosso estudo não ter sido projetado para verificar os efeitos agudos do exercício físico na consolidação da memória motora, fica mais uma evidência que os nossos resultados não estão em consonância com os encontrados em alguma literatura. Também no estudo de Pereira (2009) em ambos os grupos (atletas e sedentários) verificaram-se melhorias significativas de desempenho nas medições efetuadas 24 horas após a aprendizagem e sem treino adicional com os atletas revelaram uma melhor capacidade de consolidação da memória motora nos testes que envolveram sequências motoras. Estes resultados também não estão dentro daquilo encontrados por nós, ou seja, não encontramos diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre os indivíduos praticantes de atividade física estruturada e os indivíduos não praticantes de atividade física.

De facto apesar de os nossos resultados não estarem de acordo com algumas investigações, também existem resultados de acordo com os nossos, ou seja, não existir diferenças significativas na capacidade de aprendizagem e desempenho motor de indivíduos idosos. Neste sentido, no estudo de Etnier e Landers (1998) os resultados indicaram que embora os praticantes de atividade física aeróbia melhoraram mais do que os participantes de um grupo de controlo, a capacidade aeróbia não teve impacto significativo no desempenho motor e aprendizagem motora nos indivíduos idosos. Resultados semelhantes aos nossos embora numa investigação que relacionou a prática de exercício aeróbio sobre a retenção da memória de curto e longo prazo e a sua recuperação, foram obtidos por de Fritz et al. (2012) que não encontraram diferenças significativas na retenção e recuperação da memória entre praticantes de exercício aeróbio e não praticantes de exercício. Também a investigação de Hotter et al. (2013) revelou não existir uma correlação significativa entre os efeitos agudos do exercício aeróbio e anaeróbio na retenção da memória de curto e longo prazo em adultos jovens. Apesar de no estudo de Pereira (2009) terem sido encontradas diferenças significativas na consolidação da memória motora entre indivíduos fisicamente ativos e sedentários em tarefas que envolveram sequências motoras, também foram verificadas diferenças não significativas entre estes dois grupos no que diz respeito à consolidação da memória motora em tarefas de tempo de reação, coordenação visuo-motora e equilíbrio.

Uma das possíveis explicações para que nos nossos resultados não tenham sido verificadas diferenças significativas na consolidação da memória motora entre os dois grupos, pode prender-se com o facto de como refere Lambourne e Tomporowski, (2010) o desempenho cognitivo ser afetado diferencialmente pelo tipo de exercício físico realizado e também o desempenho cognitivo pode ser melhorado ou prejudicado dependendo de quando é medido e do tipo de tarefa cognitiva que é solicitada. Outra possível explicação para as diferenças não significativas que encontramos pode ser devido ao tipo de atividade física que os sujeitos praticantes usufruem. Apesar dos indivíduos serem praticantes de atividade física estruturada, os programas em que participam podem ser diferentes quanto à sua intensidade e quanto ao tipo de exercício. Como refere Liu-Ambrose et al. (2010), o treino de resistência muscular melhora mais as funções cognitivas de memória de trabalho em mulheres idosas por comparação ao treino de equilíbrio. Já o estudo de Winter et al. (2007) encontrou resultados que indicam que aprendizagem do vocabulário era 20 por centro mais rápida após o exercício físico anaeróbio por comparação à corrida de baixa intensidade ou ao período de repouso. Também na investigação de McDonnell et al. (2013) foram encontradas evidências que o exercício aeróbio de baixa e moderada intensidade não aumentou significativamente os níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). Segundo Kleim et al. (2006) e McHughen et al. (2009) a presença do BDNF está associada a alterações na função do sistema motor do cérebro, alterando assim a plasticidade a curto prazo e incrementando a aprendizagem motora.

No entanto os nossos resultados também podem ser explicados à luz das funções cerebrais no processo de consolidação da memória motora. Efetivamente a consolidação da memória motora ocorre numa fase pós-aquisição do treino e possibilita que a habilidade motora se torne estável ao longo do tempo na memória motora (Krakauer & Shadmehr, 2006; Robertson et al., 2004). Deste modo durante as horas seguintes à prática de habilidades motoras verifica-se uma construção de um modelo interno da habilidade motora aprendida, o que torna a sua execução ou evocação menos frágil a interferências que estar sujeita (Shadmehr & Holcomb, 1997). Contudo há autores que defendem que o sono tem um papel crucial na consolidação da memória motora e numa melhoria da performance (Cohen et al., 2005; Backhaus & Junghanns, 2006). Para Walker et al. (2002) quando uma tarefa é realizada 24 horas depois de dormir e sem treino adicional, verifica-se incrementos significativos na performance motora dos sujeitos. Portanto, como os nossos resultados evidenciaram tanto os indivíduos praticantes de atividade física estruturada como os indivíduos não praticantes de atividade física, melhoram após 24 horas da primeira execução das tarefas motoras, embora tendo os idosos fisicamente ativos melhor performance nas tarefas motoras. Assim o facto de não existir diferenças significativas entre os dois grupos, pode dever-se ao facto do sono potenciar a melhoria da performance nos indivíduos avaliados. Outra possível explicação de não encontrarmos diferenças significativas entre os dois grupos pode dever-se a possíveis interferências na consolidação das habilidades motoras aprendidas. Como salienta Roig et al. (2014) o processo de envelhecimento aumenta a

suscetibilidade a interferências na consolidação da memória motora reduzindo assim os ganhos de aprendizagem de uma tarefa motora após a sua prática. Deste modo outras possíveis tarefas motoras que os indivíduos, de ambos os grupos, tenham aprendido durante as horas seguintes à aprendizagem, poderão ter tido influência na consolidação da memória motora das tarefas de destreza manual e pedal. Walker et al. (2003) afirmam que a execução de uma tarefa motora imediatamente a seguir a uma primeira aprendida provoca interferência e impede a sua consolidação mesmo quando é medida 24 horas depois de realizada. Mesmo o facto dos participantes do estudo terem realizado a aprendizagem das tarefas motoras com um intervalo de uma semana, também pode ter influenciado o processo de consolidação da segunda tarefa motora. Como refere Caithness et al. (2004) uma segunda tarefa sensoriomotora influencia sempre uma primeira tarefa mesmo quando é efetuada 24 horas depois ou mesmo com uma semana de intervalo.

Contudo também podemos ter em conta os efeitos naturais do processo de envelhecimento sobre o tempo de consolidação de habilidades motoras para explicar resultados obtidos por nós. Brown et al. (2009) concluíram que os idosos revelaram dificuldades na consolidação da memória motora, em tarefa de tempo de reação, por comparação aos jovens. Como Nemeth e Janacsek (2011) referem, a consolidação da memória não é um processo uniforme, e podem existir vários mecanismos que são diferencialmente afetados pela evolução do processo de envelhecimento.

IV Parte: Conclusões, Limitações e Sugestões de Pesquisa

1. Introdução

O nosso estudo teve como objetivo avaliar a consolidação da memória motora em idosos praticantes de atividade física estruturada e em idosos não praticantes de atividade física, no sentido de perceber se a prática de atividade física estruturada promove uma melhor capacidade na consolidação de memorização motora em habilidades motoras relacionadas com a destreza manual e destreza pedal. Para tal pretendíamos saber se haveriam diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

Do estudo resultaram conclusões que fundamentam a conclusão final da nossa pesquisa.

2. Conclusões

2.1. Conclusões Fundamentais

Em função das análises efetuadas ao longo do estudo, é possível reunir as principais conclusões para cada uma das hipóteses avançadas por nós.

Assim, face aos resultados obtidos concluímos:

- Apenas o grupo de idosos praticantes de atividade física estruturada apresentou melhor performance, em média, 24 horas após a aprendizagem e sem treino adicional no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990), já que o grupo de idosos não praticantes de atividade física piorou a sua performance;

- Ambos os grupos (idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física) apresentam uma melhoria, em média, na performance 24 horas após a aprendizagem e sem treino adicional no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991);

- Relativamente à **hipótese específica 1** (Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente ao tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física), embora após 24 horas, que se constitui na medida efetiva da consolidação da memória motora, o grupo de praticantes de atividade física estruturada tenha obtido melhor performance, esta não se confirma visto que não encontramos diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza manual Soda Pop (Osness et al., 1990) relativamente à média de tempo de execução entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física;

- No que diz respeito à **hipótese específica 2** (Existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de

destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente ao número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física), apesar de após 24 horas o grupo de praticantes de atividade física estruturada revelar melhor desempenho por comparação ao grupo dos não praticantes de atividade física, não existem diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora no teste de destreza pedal Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991) relativamente à média de número de batimentos entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física, logo esta hipótese não se confirma;

- Não se confirmando a hipótese específica 1 e hipótese específica 2, não podemos confirmar a nossa hipótese geral onde indicávamos que existiam diferenças estatisticamente significativas na consolidação da memória motora entre idosos praticantes de atividade física estruturada e idosos não praticantes de atividade física.

2.2. Conclusão Final

A síntese das conclusões fundamentais apresentadas permite-nos constatar que apesar de os nossos resultados indicarem que o grupo de idosos praticantes de atividade física estruturada apresentar melhor performance, por comparação ao grupo de idosos não praticantes de atividade física, na consolidação da memória motora nas habilidades motoras de destreza manual e pedal, as diferenças não são estatisticamente significativas. Parece assim, portanto, que a prática de atividade física estruturada não evidencia resultados diferentes ao nível da capacidade de consolidação da memória motora em habilidades motoras de destreza manual e destreza pedal na população idosa.

3. Limitações e Sugestões de Pesquisa

Na sequência da metodologia aplicada, dos resultados obtidos e das conclusões do estudo, enunciamos as limitações encontradas, assim como algumas sugestões de pesquisa que gostaríamos de apresentar.

Apesar da metodologia utilizada nos critérios de seleção da amostra permitir dividir os participantes do estudo em dois grupos distintos (praticantes de atividade física estruturada e não praticantes de atividade física), esta apresenta limitações por ter sido realizada através de uma medida subjetiva (Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991)) e não por uma medida objetiva como por exemplo, uma bateria de avaliação da aptidão física. Ainda neste sentido, o fato de os sujeitos serem praticantes de atividade física estruturada, não foram verificadas as especificidades dos programas de atividade física, tais como os seus objetivos e a sua intensidade.

Outra limitação do estudo prende-se com o fato de não termos controlado as possíveis interferências no processo de consolidação das memórias motoras. Isto é, nas horas seguintes após a aprendizagem e treino das habilidades motoras, não

controlamos se os participantes aprenderam outras tarefas motoras ou se treinaram as mesmas habilidades motoras por nós avaliadas, sabendo que estes fatores podem interferir no processo de consolidação da memória motora. Também não verificámos quantas horas de sono tiveram os participantes após a aprendizagem e treino das habilidades motoras, também sabendo que o sono pode potenciar a consolidação da memória motora.

Neste momento apontamos algumas sugestões de pesquisa que nos parecem importantes para possíveis investigações futuras no estudo da consolidação da memória motora no processo de envelhecimento humano e a relação com a atividade física. Sendo assim sugerimos o seguinte:

- Utilizar outro paradigma experimental que possibilite verificar a consolidação da memória motora além das 24 horas e antes das 24 horas;
- Avaliar o processo de consolidação da memória motora em habilidades motoras diferentes às que avaliámos;
- Verificar se programas de atividade física estruturada com diferentes objetivos quanto à intensidade e tipo de exercício influenciam diferencialmente a consolidação da memória motora;
- Aferir os efeitos agudos da atividade física na capacidade de consolidação da memória motora;
- Observar a suscetibilidade a interferências na consolidação da memória e ganhos na aprendizagem após a prática de habilidades motoras entre indivíduos fisicamente ativos e indivíduos com um estilo de vida sedentário;
- Selecionar indivíduos com diferentes níveis de aptidão física através de medidas objetivas e avaliar o seu processo de consolidação da memória motora.

V Parte: Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

Abbott, R., White, L., Ross, G., Masaki, K., Curb, J., & Petrovitch, H. (2004). Walking and Dementia in physically capable elderly men. *The Journal of American Medical Association*, 292, 1447-1453.

Albus, J. (1971). A theory of cerebellar function. *Math Biosci*, 10, 25-61.

American College of Sports Medicine. (1998). ACSM position stand on exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 992-1008.

Archer, L., & Osswald, W. (2000). *Ethnical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.*

Audiffren, M., Tomporowski, P., & Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychol (Amst)*, 129, 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 Psychol (Amst)*, 132, 85–95.

Backhaus, J., & Junghanns, K. (2006). Daytime naps improve procedural motor memory. *Sleep Medicine*, 7, 508-512.

Baecke, J., Buerema, J., & Friers, J. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36, 936-942.

Baraduc, P., Lang, N., Rothwell, J., & Wolpert, D. (2004). Consolidation of dynamic motor learning is not disrupted by rTMS of primary motor cortex. *Current Biology*, 14, 252-256.

Barclay, C., & Newell, K. (1980). Children's processing of information in motor skill acquisition. *J Exp Child Psychol*, 30(1), 98-108.

Barnes, D., Yaffe, K., Satariano, W., & Tager, I. (2003). A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc*. 51(4), 459-465.

Black, J., Isaacs, K., Anderson, B., Alcantara, A., & Greenough, W. (1990). Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 87, 5568–5572.

Brashers-Krug, T., Shadmehr, R., & Bizzi, E. (1996). Consolidation in human motor memory. *Nature*, 382(6588), 252-255.

Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P., Tessier, D., Gaulin, P., Dubois, M., & Peloquin, L. (1994). The functional fitness assessment battery: Reliability and validity data for elderly women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2, 67-69.

Brisswalter, J., Collardeau, M., & René, A. (2002). Effects of Acute Physical Exercise Characteristics on Cognitive Performance. *Sports Med*, 32(9), 555-566.

Brown, R., Robertson, E., & Press, D. (2009). Sequence skill acquisition and offline learning in normal aging. *PloS One*, 4(8), e6683.

Buitrago, M., Ringer, T., Schulz, J., Dichgans, J., & Luft, A. (2004). Characterization of motor skill and instrumental learning time scales in a skilled reaching task in rat. *Behav Brain Res*, 155(2), 249-256.

Burger, J., & Gochfeld, M. (2004). Effects of lead and exercise on endurance and learning in young herring gulls. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 57, 136-144.

Cahill, L., McGaugh, J., & Weinberger, N. (2001). The neurobiology of learning and memory: some reminders to remember. *Trends Neurosci*, 24(10), 578-581.

Caithness, G., Osu, R., Bays, P., Chase, H., Klassen, J., Kawato, M., Wolpert, D., & Flanagan, J. (2004). Failure to consolidate the consolidation theory of learning for sensorimotor adaptation tasks. *J Neurosci*, 24, 8662-8671.

Callaghan, R., Ohle, R., & Kelly, A. (2007). The effects of forced exercise on hipocampal plasticity in the rat: A comparison of LTP, spatial an nonsaptial learning. *Behaviral Brain Research*, 176, 362-366.

Carvalho, J., Pinto, J., & Mota, J. (2004). Atividade física, equilíbrio e medo de cair. Um estudo em idosos institucionalizados. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 7(2), 225-231.

Cassilhas, R., Lee, K., Fernandes, J., Oliveira, M., Tufik, S., Meeusen, R., & Mello, M. (2012). Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms. *Neuroscience*, 27, 309-17.

Cassilhas, R., Viana, V., Grassmann, V., Santos, R., Santos, R., Tufik, S., & Mello, M. (2007). The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1401-7.

Censor, N., Sagi, D., & Cohen, L. (2012). Common mechanisms of human perceptual and motor learning. *Nat. Rev. Neurosci*, 13, 658-664.

Chiviacowsky, S. (2000). *Efeitos da freqüência do conhecimento de resultados controlada pelo experimentador e auto-controlada pelos sujeitos na aprendizagem de tarefas motoras com diferentes complexidades.* Dissertação de doutoramento, Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Coats, R., Snapp-Childs, W., Wilson, A., & Bingham, G. (2013). Perceptuomotor learning rate declines by half from20s to 70/80s. *Exp. Brain Res*., 225, 75-84.

Cohen, D., Pascual-Leone, A., Press, D., & Robertson, E. (2005). Off-Line learning of motor skill memory: A double dissociation of goal and movement. *PNAS*, 102(50), 18237-18241.

Coles, K., & Tomporowski, P. (2008). Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *J Sports Sci*, 26, 333–344.

Colcombe, S.., Erickson, K., Scalf, P., Kim, J., Prakash, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D., Hu, L., Kramer, A. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61, 1166–1170.

Contandriopoulos, A. (1997). *Saber preparar uma pesquisa: definição, estrutura, financiamento (2ª ed.)*. Rio de Janeiro: Hucitec.

Costa, R., Cohen, D., & Nicolelis, M. (2004). Differential corticostriatal plasticity during fast and slow motor skill learning in mice. *Curr Biol*, 14(13), 1124-34.

Desrosiers, J., Rochette, A., Hébert, R., & Bravo, G. (1997). The Minnesota Manual Dexterity Test: Reliability, validity and reference values studies with healthy elderly people. *Canadian Journal of Occupational Therapy,* 64, 272-276.

Dick, M., Andel, R., Hseih, S., Bricker, J., Davis, D., & Dick-Muehlke, C. (2000). Contextual interference and motor skill learning in Alzheimer's disease. *Aging Neuropsychol Cogn*, 7, 273–287.

Dorfberger, S., Adi-Japha, E., & Karni, A. (2007). Reduced susceptibility to interference in the consolidation of motor memory before adolescence. *PloS One*, 2, e240.

Eggermont, L., Swaab, D., Luiten, P., & Scherder, E. (2005). Exercise, cognition and Alzheimer´s disease: More is not necessarily better. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 20, 1-14.

Erickson, K., Prakash, R., Voss, M., Chaddock, L., Hu, L., Morris, K., White, S., Wójcicki, T., McAuley, E., & Kramer, A. (2009). Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. *Hippocampus*, 19(10), 1030-9.

Erickson, K., Voss, M., Prakash, R., & et al. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci USA*, 108, 3017–3022.

Etgen, T., Sander, D., Huntgeburth, U., Poppert, H., Förstl, H., & Bickel, H. (2010). Physical Activity and Incident Cognitive Impairment in Elderly Persons. *ARCH INTERN*, 170(2),186-193.

Etnier, J., & Landers, D. (1998). Motor performance and motor learning as a function of age and fitness. *Res Q Exerc Sport*, 69(2), 136-46.

Etnier, J., Salazar, W., Landers, D., & et al. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a metaanalysis. *J Sport Exerc Psychol*, 19, 249–277.

Fischer, S., Nitschke, M., Melchert, U., Erdmann, C., & Born, J. (2005). Motor Memory Consolidation in Sleep Shapes More Effective Neuronal Representations. *The Journal of Neuroscience,* 25(49), 11248-11255.

Fortin, M. (1999). Métodos de Amostragem. In M. Fortin (Ed.). *O Processo de Investigação: Da concepção à realização*. Loures: Lusociência – Edições Técnicas e Científicas.

Fox, D. (1981). *El Proceso de Investigacion en Educacion.* Pamplona: Universidad de Navarra.

Freitas, C. (2008). *Efeitos de um programa de hidroginástica na aptidão física, na coordenação motora, na auto-estima e na satisfação com a vida, em idosos utentes de centros de dia*. Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Fritz, K., Drakas, E., Rashid, N., Schmitt, T., & King, G. (2012). The Effect of Moderate Aerobic Exercise on Memory Retention and Recall. *Journal of Advanced Student Science*.

Fuster, J. (1995). *Memory in the Cerebral Cortex: An Empirical Approach to Neural Networks in the Human and Nonhuman Primate*. Cambridge: MIT Press.

Gaya, A. (2008). *Ciências do movimento humano: introdução à metodologia de pesquisa*. Porto Alegre: Artmed.

Ghadiri, F., Rashidy-Pour, A., Bahram, A., & Zahedias, S. (2012). Effects of stress related acute exercise on consolidation of implicit motor memory. *Koomesh,* 14(2), 223-231.

Godinho, M. (2007). *Controlo Motor e* Aprendizagem – *Fundamentos e Aplicações* (2ª ed).Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana.

Godinho, M., Melo, F., Mendes, R., & Chiviacowsky, S. (2006). Aprendizagem e envelhecimento. In J. Barreiros, M. Espanha, & P.P. Correia (Org.). *Atividade física e envelhecimento*. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana.

Gomez-Pinilla, F., Vaynman, S., & Ying, Z. (2008). Brain-derived neurotrophic factor functions as a metabotrophin to mediate the effects of exercise on cognition. *Eur J Neurosci*, 28, 2278–2287.

Grafton, S., Fagg, A. & Arbib, M. (1998). Dorsal premotor cortex and conditional movement selection: A PET functional mapping study. *J Neurophysiol*, 79, 1092-7.

Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychon. B. Rev*., 20, 73-86.

Halsband, U, & Freund, H. (1990). Premotor cortex and conditional motor learning in man. *Brain*, 113, 207-22.

Hazeltine, E., Grafton, S., & Ivry, R. (1997). Attention and stimuls characteristics determine the locus of motor-sequence encoding. A PET study. *Brain*, 120(Pt.1),123-40.

Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica: en las ciencias del deporte.* Barcelona: Editorial Paidotribo.

Heo, S. (2010). *The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: results of a one-year exercise intervention*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Illinois, Urbana, Estados Unidos da América.

Herring, M., O'Connor, P., & Dishman, R. (2010). The effect of exercise training on anxiety symptoms among patients: a systematic review. *Archives of internal medicine*, 170 (4), 321-331.

Hill, M. & Hill, A. (2000). *Investigação por Questionário*. Lisboa: Edições Silabo.

Hillman, C., Eriksson, K., & Kramer, A. (2008) Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews*, 9, 58–65.

Holzschneider, K., Wolbers, T., Roder, B., & Hotting, K. (2011). Cardiovascular fitness modulates brain activation associated with spatial learning. *Neuroimage*, 59(3), 3003-14.

Hopkins, D., Murrah, B., Hoeger, W., & Rhodes, C. (1990). Effect of low-impact aerobic dance on the funciotional fitness of elderly women. *Gerontologist*, 30, 189-192.

Hotter, J., Follansbee, A., Patel, M., Nigogosyan, Z., & Zivan, T. (2013). Impact of Aerobic and Anaerobic Exercise on Short and Long Term Memory Retention. *Journal of Advanced Student Science.*

Hoyer, W., & Plude, D. (1980). Attention and perceptual processes in the study of cognitive aging. In L. Poon (Ed.). *Aging in the 1980´s: Psychological issues*. Washington D.C.: APA.

Huertas, F., Zahonero, J., Sanabria, D., & Lupiáñez, J. (2011). Functioning of the attentional networks at rest vs. during acute bouts of aerobic exercise. *J. Sport Exerc. Psychol*., 33, 649-65.

Izquierdo, I. (2002). *Memória*. Porto Alegre: Artmed.

Janacsek, K., Fiser, J., & Nemeth, D. (2012). The best time to acquire new skills: age related differences in implicit sequence learning across the human lifespan. *Dev. Sci*., 15, 496-505.

Kantak, S., & Winstein, C. (2012). Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: a focused review and perspective. *Behav. Brain Res*., 228, 219-231.

Kassardjian, C., Tan, Y., Chung, J., Heskin, R., Peterson, M., & Broussard, D. (2005). The site of a motor memory shifts with consolidation. *The Journal of Neuroscience*, 25(35), 7979-7985.

Kauranen, K. (1999). Human motor performance and physiotherapy: Effect of strapping, hot and cold pack treatments and muscle strength training. Dissertação de mestrado, Universidade de Oulu, Oulu, Finlândia.

Kleim, J., Barbay, S., Cooper, N., Hogg, T., Reidel, C., Remple, M., & Nudo, R. (2002). Motor learning-dependent synaptogenesis is localized to functionally reorganized motor cortex. *Neurobiol. Learn. Mem.*, 77, 63–77.

Kleim, J., Chan, S., Pringle, E., Schallert, K., Procaccio, V., Jimenez, R, & Cramer, S. (2006). BDNF val66met polymorphism is associated with modified experience-dependent plasticity in human motor cortex. *Nat Neurosci*, 9(6), 735-7.

Krakauer, J., & Shadmehr, R. (2006). Consolidation of Motor Memory. *Trends in Neuroscience*, 29(1), 58-64.

Kramer, A., Hahn, S., Cohen, N., & et al. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 418-419

Labban, J., & Etnier, J. (2011). Effects of acute exercise on long-term memory. *Res Q Exerc Sport*, 82(4), 712-21.

Lakatos, E., & Marconi, M. (1990). *Fundamentos de Metodologia Científica* (2ª ed.). São Paulo: Editora Atlas S.A.

Lambourne, K. (2012). The effects of acute exercise on temporal generalization. *Q J Exp Psychol (Hove),* 65, 526–540.

Lambourne, K., Audiffren, M., & Tomporowski, P. (2010). Effects of acute exercise on sensory and executive processing tasks. *Med Sci Sports Exerc*, 42, 1396–1402.

Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res*, 1341, 12–24.

Langlois, F., Vu, T., Chassé, K., Dupuis, G, Kergoat, M., & Bherer, L. (2013). Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 68(3), 400-4.

Larson, E., Wang, L., Bowen, J., McCormick, W., Teri, L., & Crane, P. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Annals of Internal Medicine*, 144, 73-81.

Laureano, R. (2011). *Testes de Hipóteses Com o SPSS: O meu manual de consulta rápida.* Lisboa: Edições Sílabo.

Lautenschlager, N., Cox, K., Flicker, L., van Bockxmeer, F., Xiao, J., Greenop, K., & Almeida, O. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *JAMA.*,300(9),1027-1037.

Levin, J. (1987). *Estatística Aplicada a Ciências Humanas* (2ªed). São Paulo: Editora Harbra.

Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L., Graf, P., Beattie, B., Ashe, M., & Handy, T. (2010). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*, 170(2), 170-8.

Luft, A., Buitrago, M., Ringer, T., Dichgans, J., & Schulz, J. (2004). Motor skill learning depends on protein synthesis in motor cortex after training. *J Neurosci*, 24(29), 6515-6520.

Magill, R., & Hall, K. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241- 89.

Mannino, G., & Robazza, C. (2004). *Aprendizaje Y memoria.* Barcelona: Paidotribo.

Marr, D. (1969). A theory of cerebelar cortex. *J Physiol (Lond)*, 202, 437-71.

Mazo, G., Mota, J., Benedetti, T., & Barros, M. (2001). Validade concorrente e reprodutibilidade: teste reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. *Revista brasileira Atividade física e saúde*, 6(1),5-11.

McDonnell, M., Buckley, J., Opie, G., Ridding, M., & Semmler, J. (2013). A single bout of aerobic exercise promotes motor cortical neuroplasticity. *J Appl Physiol*, 114(9), 1174-82.

McGaugh, J. (2000). Memory - a century of consolidation. *Science*, 287, 248-251.

McGaugh, J. (2006). Make mild moments memorable: add a little arousal. *Trends Cogn Sci*, 10, 345–347.

McGeer, P. L., & McGeer, E. G. (1980). Chemistry and mood and emotion. *Annual Reviews of Psychology*, 31, 273-307.

McHughen, S., Rodriguez, P., Kleim, J., Kleim, E., Crespo, L., Procaccio, V., & Cramer, S. (2009). BDNF Val66Met Polymorphism Influences Motor System Function in the Human Brain. *Cerebral Cortex*, 20, 1254-1262.

Meier, B., & Cock, J. (2014). Offline consolidation in implicit sequence learning. *Cortex*, 5(57), 156-166.

Mobily, K., & Mobily, P. (1997). Reliability of the 60+ Functional Fitness Test Battery for Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 5, 150-162.

Moreira, S. (2011). *Desteza Motora (Manual e Pedal) e Assimetrias Motoras Funcionais em idosos com Demência*. Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Muellbacher, W., Ziemann, U., Wissel, J., & et al. (2002). Early consolidation in human primary motor cortex. *Nature*, 415(6872), 640-644.

Nagamatsu, L., Chan, A., Davis, J., & et al. (2013). Physical Activity Improves Verbal and Spatial Memory in Older Adults with Probable Mild Cognitive Impairment: A 6-Month Randomized Controlled Trial. *Journal of Aging Research*.

Nemeth, D., & Janacsek, K. (2011). The dynamics of implicit skill consolidation in young and elderly adults. *J. Gerontol. B. Psychol. Sci. Soc. Sci*., 66, 15-22.

Nemeth, D., Janacsek, K., Londe, Z., Ullman, M.T., Howard, D., & Howard Jr., J. (2010). Sleep has no critical role in implicit motor sequence learning in young and old adults. *Exp. Brain Res.*, 201, 351-358.

Okano H., & Balaban E. (2000). Learning and memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(23), 12403-12404.

Oliveira, P. (2010). *Destreza e Assimetria Motora Funcional. Estudo em idosos de diferentes contextos.* Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Osness, W., Adrian, M., Clark, B., Hoeger, W., Raab, D., & Wiswell, R. (1990). *Functional fitness assessment for adults over 60 years.* Reston, VA: American Alliance for Health, Physical Education and Dance.

Ostwald, S., Snowdon, D., Rysavy, S., Keenan, N., & Kane, R. (1989). Manual Dexterity as a Correlate of Dependency in the Elderly. *The American Geriatrics Society*, 37(10), 963-969.

Padilla, C., Pérez, L., & Andes, P. (2014). Chronic exercise keeps working memory and inhibitory capacities fit. *Front. Behav. Neurosci*, 8, 49.

Pereira, T. (2009). *Consolidação da Memória Motora em Atletas e Sedentários.* Dissertação de mestrado, Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Pereira, A., Huddleston, D., Brickman, A., Sosunov, A., Hen. R., McKhann, G., Sloan, R., Gage, F., Brown, T., & Scott, A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proc Natl Acad Sci USA*, 104, 5638–5643.

Pestana, M., & Gageiro, J. (2000). *Análise de Dados para Ciências Sociais* (2ª ed). Lisboa: Edições Sílabo.

Petrica, J. (2003). *A formação de professores de Educação Física. Análise da dimensão visível e invisível do ensino em função de modelos distintos de preparação para a prática.* Dissertação de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Pontifex, M., Hillman, C., Fernhall, B., Thompson, K., & Valentini, T. (2009). The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 927–934.

Press, D., Casement, M., Pascual-Leone, A., & Robertson, E. (2005). The time course of off-line motor sequence learning. *Brain Res. Cogn. Brain Res*., 25, 375-378.

Purves, D., Augustine, J., Fitzpatrick, D., Hall, C., LaMantia, A., McNamara, O., & Williams, S. (2004). *Neuroscience* (3ªed). Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers.

Reber, A. (1993). *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*. Oxford University Press: New York.

Robertson, E. (2009). From creation to consolidation: a novel framework for memory processing. *PLoS Biol*, 7(1), e19.

Robertson, E., & Cohen, D. (2006). Understanding consolidation through the architecture of memories. *Neuroscientist*, 12(3), 261-271.

Robertson, E., Pascual-Leone, A., & Miall, R. (2004). Current concepts in procedural consolidation. *Nat Rev Neurosci*, 5(7), 576-582.

Robertson, E., Press, D., & Pascual-Leone, A. (2005). Off-line learning and the primary motor cortex. *Journal of Neuroscience*, 25(27), 6372-6378.

Roig, M., Nordbrandt, S., Geertsen, S., & Nielson, J. (2013). The effects of cardiovascular exercise on human memory: a review with meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 37(8), 1645-66.

Roig, M., Ritterband-Rosenbaum, A., Lundbye-Jensen, J., & Nielsen, J. (2014). Aging increases the susceptibility to motor memory interference and reduces off-line gains in motor skill learning. *Neurobiol Aging*, 35(8), 1892-900.

Roig, M., Skriver, K., Lundbye-Jensen, J., Kiens, B., & Nielsen, J. (2012). A Single Bout of Exercise Improves Motor Memory. *PLoS ONE,* 7(9), e44594.

Ruscheweyh, R., Willemer, C., Floel, A., & et al. (2011). Physical activity and memory functions: an interventional study. *Neurobiol Aging*, 32(7), 1304-19.

Salmoni, A., Schmidt, R., & Walter, C. (1984). Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychol Bull*, 95(3), 355-386.

Scherder, E., Paasschen, J., Deijen, J., Knokke, V., Orlebeke, J, Burgers, I., Devriese, P., Swaab, D., & Sergeant, J. (2005). Physical activity and executive functions in the elderly with mild cognitive impairment. *Aging & Mental Health*, 9(3), 272-280.

Schmidt, A. (1982). *Motor control and learning.* Illiois: Human Kinetics.

Schmidt, R., & Bjork, R. (1992). New conceptualization of practice: Common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science*, 3, 207-217.

Schmidt, R., & Lee, T. (2004). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Illiois: Human Kinetics.

Seidler, R. (2006). Differential effects of age on sequence learning and sensorimotor adaptation. *Brain Res. Bull*, 70, 337-346.

Seidler, R. (2007). Older Adults can Learn to Learn New Motor Skills. *Behav Brain Res*, 183(1), 118-122.

Seidler, R., Bernard, J., Burutou, T., Fling, B., Gordon, M., Gwin, J., Kwak, Y., & Lipps, D. (2010). Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neurosci Biobehav Rev*, 34(5), 721-33.

Shadmehr, R., & Holcomb, H. (1997). Neural correlayes of motor memory consolidation. *Science*, 277(5327), 821-5.

Shadmehr, R., & Brashers-Krug, T. (1997). Functional stages in the formation of human long-term motor memory. J *Neurosci*, 17(1), 409-419.

Shea, C., Park, J., & Braden, H. (2006). Age-related effects in sequential motor learning. *Phys Ther*, 86(4), 478-88.

Shepherd, M. (1985). *Neurobiologia.* Barcelona: Labor.

Shutoh, F., Ohki, M., Kitazawa, H., Itohara, S., & Nagao, S. (2006). Memory trace of motor learning shifts transsynaptically from cerebellar cortex to nuclei for consolidation. *Neuroscience,* 139(2), 767-77.

Sibley, B., & Beilock, S. (2007). Exercise and working memory: an individual differences investigation. *J Sport Exerc Psychol*, 29(6), 783-91.

Smith, C., Walton, A., Loveland, A., Umberger, G., Kryscio, R., & Gash, D. (2005). Memories that last in old age: motor skill learning and memory preservation. *Neurobiol Aging*, 26(6), 883-90.

Smith, P., Blumenthal, J., Hoffman, B., Cooper, H., & Strauman, T. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*, 72, 239–252.

Spencer, R., Gouw, A., & Ivry, R. (2007). Age-related decline of sleep-dependent consolidation. *Learn Mem*., 14, 480-484.

Stones, M., & Dawe, D. (1993). Acute exercise facilitates semantically cued memory in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc*, 41, 531–534.

Swain, R., Harris, A., Wiener, E., & et al. (2003). Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience*, 117, 1037–1046.

Themanson, J., & Hillman, C. (2006). Cardiorespiratory fitness and acute aerobic exercise effects on neuroelectric and behavioral measures of action monitoring. *Neuroscience*, 141, 757–767.

Thomas, A., Dennis, A., Bandettini, P., & Johansen-Berg, H. (2012). The effects of aerobic activity on brain structure. *Front Psychol*, 3, 86.

Thomas, K., Hunt, R., Vizueta, N., Sommer, T., Durston, S., Yang, Y., & Worden, M. (2004). Evidence of developmental differences in implicit sequence learning: an fMRI study of children and adults. *J. Cogn. Neurosci*., 16, 1339-1351.

Tomporowski, P., Cureton, K., Armstrong, L., Kane, G., Sparling, P., & Millard-Stafford, M. (2005). Short-term effects of aerobic on executive processes and emotional reactivity. *IJSEP*, 3, 131–146.

Trivedi, M., Greer, T., Grannemann, B., Chambliss, H., & Jordan, A. (2006). Exercise as an augmentation strategy for treatment of major depression. *Journal of psychiatric practice*, 12(4), 205-213.

Tuckman, B. (2002). *Manual de Investigação em Educação* (2ª ed). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Van Boxtel, M., Paas, F., Houx, P., Adam, J., Teeken, J., & Jolles, J. (1997). Aerobic capacity and cognitive performance in a crosssectional aging study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(10),1357-1365.

Vasconcelos, O. (1991). Coordenação Sensório-Motora. In FACDEX. *Desenvolvimento somato-motor e factores de excelência desportiva na população escolar Portuguesa* (vol. 1, pp. 55-71). Lisboa: Edição DGD.

Voorrips, L., Ravell, A., Dongel, M., Devrenberg, P., & Stravaren, W. (1991). A physical activity questionnaire for elderly. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 23(8), 974-979.

Voss, M., Erickson, K., Prakash, R., & et al. (2013). Neurobiological markers of exercise-related brain plasticity in older adults. *Brain Behav Immun*, 28, 90-99.

Voss, M., Prakash, R., Erickson, K., & et al. (2010). Plasticity of brain networks in a randomized intervention trial of exercise training in older adults. *Front Aging Neurosci*, 2(32), 1-17.

Walker, M. (2005). A refined model of sleep and the time course of memory formation. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(01), 51-64.

Walker, M., Brakefield, T., Hobson, J., & Stickgold, R. (2003). Dissociable stages of human memory consolidation and reconsolidation. *Nature*, 425, 616-620.

Walker, M., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J., & Stickgold, R. (2002). Practice with sleep makes perfect: Sleep Dependent Motor Skill Learning. *Neuron*, 35, 205-211.

Walker, M., & Stickgold, R. (2006). Sleep, memory, and plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, 139-166.

Williams, M., & Hornberger, J. (1984). A Quantitative Method of Identifying Older Persons at Risk for Increasing Long Term Care Service. *J Chron Dis,* 37(9/10), 705-711.

Windle, G., Hughes, D., Linck, P., Russell, I., & Woods, B. (2010). Is exercise effective in promoting mental well-being in older age? A systematic review. *Aging Ment Health*, 14(6), 652-669.

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Krueger, K., Fromme, A., Korsukewitz, C., Floel, A., & Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiol Learn Mem*, 87, 597–609.

Woods, N., & Catanzaro, M. (1988). *Nursing research: Theory and practice*. Toronto: The C. V. Mosby Company.

VI Parte: Anexos

Anexo A: Questionário de Atividade Física de Baecke et al. (1982) modificado por Voorrips et al. (1991).

Actividades Domésticas

(Quais as suas tarefas domésticas? Como as considera?)

1. Realiza tarefas domésticas ligeiras (fazer a cama, lavar a louça, etc.) ( )
   0. Nunca (menos de 1 vez por mês)
   1. Por vezes (apenas quando não tem ajuda)
   2. Frequentemente (algumas vezes com ajuda)
   3. Sempre (sozinho ou com ajuda)

2. Realiza tarefas domésticas pesadas (lavar o chão e/ou janelas, lavar o carro, etc.)? ( )
   0. Nunca (menos de 1 vez por mês)
   1. Por vezes (apenas quando não tem ajuda)
   2. Frequentemente (algumas vezes com ajuda)
   3. Sempre (sozinho ou com ajuda)

3. Para quantas pessoas faz a manutenção da casa (incluindo você mesmo; "0"se respondeu Nunca nas questões 1 e 2)? ( )

4. Quantos compartimentos da casa costuma limpar, incluindo cozinha, quarto, garagem, sótão, casa de banho, etc. ("0"se respondeu Nunca nas questões 1 e 2)? ( )
   0. Nenhum
   1. 1 a 6 compartimentos
   2. 7 a 9 compartimentos
   3. 10 ou mais compartimentos

5 . Se limpa alguns, por quantos pisos é que eles se dividem? ("0"se respondeu Nunca nas questões 1 e 2) ( )

6. Cozinha ou ajuda alguém neste tipo de tarefa? ( )
   0. Nunca
   1. Por vezes (1 a 2 vezes por semana)
   2. Frequentemente (3 a 5 vezes por semana)
   3. Sempre (mais de 5 vezes por semana)

7. Quantos lanços de escada sobe habitualmente por dia? (um lanço inclui 10 escadas) ( )
   0. Nunca subo escadas
   1. 1 a 5
   2. 6 a 10
   3. Mais de 10

8. Que tipo de transporte utiliza para se deslocar na sua cidade? ( )

0. Nunca saio
1. Carro
2. Transporte público
3. Bicicleta
4. A pé

9. Com que frequência costuma sair de casa ou ir às compras? ( )

0. Nunca ou menos de 1 vez por semana
1. 1 vez por semana
2. 2 a 4 vezes por semana
3. Todos os dias

10. Quando sai para ir às compras que tipo de transporte utiliza? ( )

0. Nunca vou às compras
1. Carro
2. Transporte público
3. Bicicleta
4. A pé

Score da actividade doméstica (SAD) = (Q1+Q2+…….Q10/10)

Actividades Desportivas

Pratica Desporto?

	Nome	Intensidade	N.º de horas/semana	Período do Ano
Desporto 1				
Desporto 2				
Desporto 3				

Score da actividade desportiva (SD) = ∑ (ia*ib*ic)

Actividades de Tempos Livres

Realiza outro tipo de actividade física?

	Nome	Intensidade	N.º de horas/semana	Período do Ano
Actividade1				
Actividade 2				
Actividade 3				

Score da actividade de Tempos Livres (STL) = ∑ (ia*ib*ic)

Score do questionário = SAD + SD+ STL

Tabela de Códigos para o Questionário de Baecke Modificado

Intensidade:

0. Deitado, sem carga	código 0.028
1. Sentado, sem carga	código 0.146
2. Sentado, com movimentos dos membros superiores	código 0.297
3. Sentado, com movimentos do corpo	código 0.703
4. De pé, sem carga	código 0.174
2. De pé, com movimentos dos membros superiores	código 0.307
3. De pé, com movimentos do corpo, andar	código 0.890
2. Andar, com movimentos dos membros superiores	código 1.368
3. Andar, com movimentos do corpo, andar de bicicleta, nadar.	código 1.890

N.º de horas por semana:

0. Menos de 1 hora por semana	código 0.5
1. 1 a 2 horas por semana	código 1.5
2. 2 a 3 horas por semana	código 2.5
3. 3 a 4 horas por semana	código 3.5
4. 4 a 5 horas por semana	código 4.5
5. 5 a 6 horas por semana	código 5.5
6. 6 a 7 horas por semana	código 6.5
7. 7 a 8 horas por semana	código 7.5
8. Mais de 8 horas por semana	código 8.5

Meses por ano:

0. Menos de 1 mês por ano	código 0.04
1. 1 a 3 meses por ano	código 0.17
2. 4 a 6 meses por ano	código 0.42
3. 7 a 9 meses por ano	código 0.67
4. Mais de 9 meses por ano	código 0.92

Anexo B: Ficha de Registo de Dados do Teste Soda Pop (Osness et al., 1990) e Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

Data: _____
Local: _____

	Baseline		Treino					24 h	
Nome									

Anexo C: Tabelas de Análise Estatística do Teste Soda Pop (Osness et al., 1990).

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Baseline	P	29	12,66	3,254	,604	11,42	13,89	8	23
	NP	24	12,96	2,216	,452	12,02	13,89	9	16
	Total	53	12,79	2,810	,386	12,02	13,57	8	23
Postreino	P	29	11,79	3,121	,580	10,61	12,98	7	23
	NP	24	12,13	2,252	,460	11,17	13,08	8	16
	Total	53	11,94	2,742	,377	11,19	12,70	7	23
Horas	P	29	11,66	2,676	,497	10,64	12,67	8	22
	NP	24	12,33	2,078	,424	11,46	13,21	8	16
	Total	53	11,96	2,426	,333	11,29	12,63	8	22

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Baseline	,412	1	51	,524
Postreino	,742	1	51	,393
Horas	,271	1	51	,605

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Baseline	Between Groups	1,207	1	1,207	,150	,700
	Within Groups	409,510	51	8,030		
	Total	410,717	52			
Postreino	Between Groups	1,447	1	1,447	,189	,665
	Within Groups	389,384	51	7,635		
	Total	390,830	52			
Horas	Between Groups	6,039	1	6,039	1,027	,316
	Within Groups	299,885	51	5,880		
	Total	305,925	52			

Anexo D: Tabelas de Análise Estatística do Teste Tapping Pedal (Vasconcelos, 1991).

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Baseline	P	29	24,00	4,986	,926	22,10	25,90	15	38
	NP	24	25,79	4,845	,989	23,75	27,84	18	38
	Total	53	24,81	4,958	,681	23,44	26,18	15	38
Postreino	P	29	26,72	5,175	,961	24,76	28,69	17	39
	NP	24	26,79	4,952	1,011	24,70	28,88	20	37
	Total	53	26,75	5,026	,690	25,37	28,14	17	39
Horas	P	29	28,69	4,457	,828	26,99	30,38	18	38
	NP	24	27,96	5,179	1,057	25,77	30,15	20	38
	Total	53	28,36	4,764	,654	27,05	29,67	18	38

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Baseline	,000	1	51	,999
Postreino	,033	1	51	,858
Horas	1,155	1	51	,287

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Baseline	Between Groups	42,155	1	42,155	1,739	,193
	Within Groups	1235,958	51	24,234		
	Total	1278,113	52			
Postreino	Between Groups	,060	1	,060	,002	,962
	Within Groups	1313,751	51	25,760		
	Total	1313,811	52			
Horas	Between Groups	7,023	1	7,023	,305	,583
	Within Groups	1173,165	51	23,003		
	Total	1180,189	52			