



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E BIOLOGIA
CELULAR**

NAINA YUKI VIEIRA JARDIM

**PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES FUNCIONAIS E COGNITIVAS DO
ENVELHECIMENTO: A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO E DA ESTIMULAÇÃO
COGNITIVA EM DUPLA TAREFA**

BELÉM – PARÁ

2018

NAINA YUKI VIEIRA JARDIM

**PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES FUNCIONAIS E COGNITIVAS DO
ENVELHECIMENTO: A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO E DA ESTIMULAÇÃO
COGNITIVA EM DUPLA TAREFA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, como requisito para a defesa de mestrado.

Orientadora: Prof^a. Dra. Márcia Consentino Kronka Sosthenes

Coorientadora: Prof^a. Dra. Natáli Valim Oliver Bento-Torres

Belém-Pará

2018

NAINA YUKI VIEIRA JARDIM

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, como requisito para a defesa de mestrado.

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora: Prof^a Dra. Márcia Consentino Kronka Sosthenes
Universidade Federal do Pará – UFPA

Coorientadora: Prof^a. Dra. Natáli Valim Oliver Bento-Torres
Universidade Federal do Pará – UFPA

Avaliador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva

Avaliador: Prof. Dr. Janari da Silva Pedroso

- J37p Jardim, Naina Yuki Vieira
 PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES FUNCIONAIS E COGNITIVAS DO ENVELHECIMENTO: A
 INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO E DA ESTIMULAÇÃO COGNITIVA EM DUPLA TAREFA. / Naina
 Yuki Vieira Jardim. — 2018
 86 f. : il. color
- Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Biotecnologia (PPGBIOTEC), Instituto de
 Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
 Orientação: Prof. Dr. Márcia Consentino Kronka Soshtenes
 Coorientação: Prof. Dr. Natáli Valim Oliver Bento-Torres.
1. Envelhecimento, cognição, exercício físico, dupla tarefa. I. Soshtenes, Márcia Consentino Kronka ,
 orient. II. Título
-

CDD 613.70446

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que sempre esteve comigo nesta caminhada.

Aos meus professores, toda minha gratidão, respeito e admiração. Agradeço de forma especial à Prof^a Natáli Valim a quem considero mãe científica e que esteve ao meu lado mesmo antes do mestrado, não conseguiria expressar a tudo que sou grata. Ao Prof. Cristovam Diniz com quem tive a feliz oportunidade de trabalhar. Agradeço por todos os ensinamentos repassados e a paciência que teve comigo nos últimos meses. Professor deveríamos aprender mais com o senhor, em muitos aspectos além do acadêmico. À Prof^a Márcia Kronka por ter aceitado me orientar e ser sempre gentil e solícita com as minhas demandas. Ao Prof. João Bento Torres por toda a contribuição e incentivo neste trabalho e na minha formação. Obrigada!

Aos amigos do laboratório, obrigada por tornarem o ambiente alegre e acolhedor. Agradeço especialmente aos amigos do projeto humano: Paola Corrêa, Alessandra Tomás e Josillayne Ramos.

Ao Victor Oliveira e Josillayne Ramos agradeço por toda ajuda neste trabalho. Victor você foi fundamental e provavelmente sem a sua ajuda eu não teria conseguido. Além de dividir o trabalho, sempre foi alegre e otimista. Amigo, obrigada!

Aos meus pais por todo incentivo que sempre me deram, amo vocês!

Ao meu namorado por compreender as ausências e por toda ajuda. Muito obrigada, você é especial.

RESUMO

Diante da taxa de envelhecimento mundial e da epidemia silenciosa de declínio cognitivo e demência em idosos, a necessidade de estratégias de intervenção para proteger e / ou melhorar a funcionalidade e o desempenho cognitivo no envelhecimento aumentou. Estudos recentes sugeriram que, em comparação com os protocolos de estimulação simples, as intervenções em dupla tarefa envolvendo exercício físico e tarefas cognitivas são mais eficientes, melhorando o desempenho cognitivo e a capacidade em tarefas simultâneas. Embora os resultados preliminares na literatura sejam promissores, existem poucos trabalhos usando protocolos de estimulação em dupla tarefa. No presente estudo, procuramos investigar os efeitos de um programa de intervenção em dupla tarefa (exercício físico multimodal e estimulação multissensorial) nos desempenhos cognitivos, funcionalidade e qualidade de vida de idosos saudáveis. Para análise, 28 adultos idosos vivendo em comunidade ($66,14 \pm 1,00$ anos de idade) foram submetidos a avaliações cognitivas, físicas e de qualidade de vida (repostas ao questionário SF36) antes e após a intervenção. A cognição foi avaliada por meio do Mini exame de estado mental (MMSE) para rastreio, fluência verbal semântica e fonológica, lista de palavras CERAD e testes neuropsicológicos automatizados (CANTAB); As avaliações físicas incluíram a aptidão cardiorrespiratória (Teste de Caminhada de seis minutos), mobilidade funcional (Equilíbrio e Agilidade), força muscular de membros inferiores (sentar e levantar em 30 segundos) e força muscular dos membros superiores (dinamômetro); O teste em dupla tarefa foi realizado pelo teste caminhando e conversando (*Walking While Talking*). Os indivíduos participaram de um programa de intervenção em dupla tarefa composto por exercícios físicos (treinamento aeróbico e de força) e estímulos multissensoriais de natureza variada, compostos por 24 sessões, realizados duas vezes por semana por 75 minutos cada. Os valores extremos foram excluídos e o teste T foi aplicado para investigar possíveis diferenças entre a avaliação antes e após a intervenção. Após a intervenção, os sujeitos apresentaram maior desempenho cognitivo (fluência verbal, memória episódica verbal (CERAD), atenção visual sustentada (RVP), aprendizado visual pareado (PAL), memória de reconhecimento visual (DMS), melhores parâmetros físicos e funcionais (força do membro superior, aptidão cardiorrespiratória, mobilidade funcional), melhor desempenho no teste em dupla tarefa e no questionário SF36 que incluiu percepção pessoal sobre a função física melhorada e limitações reduzidas devido a problemas físicos. Assim, o programa de intervenção em dupla tarefa, baseado em exercícios aeróbicos e de força e estimulação multissensorial, melhora a cognição, mobilidade funcional, condicionamento cardiorrespiratório, força de membros superiores e inferiores, medidas da qualidade de vida e capacidade de realizar atividades em dupla tarefa, como normalmente requerido na rotina diária dos adultos idosos.

Palavras-chave: Envelhecimento, cognição, exercício físico, dupla tarefa.

ABSTRACT

In face of the worldwide aging rate and the silent epidemic cognitive decline and dementia in elderly, the need for intervention strategies to protect and/or improve the functionality and cognitive performance on aging increased. Recent studies suggested that as compared with single stimulation protocols, dual task interventions involving physical exercise and cognitive tasks are more efficient by improving cognitive performance and ability in functional tasks. Although preliminary results in the literature are promising, there are few research using dual-task stimulation protocols. In the present report we aim to investigate the effects of a dual-task intervention program (multimodal physical exercise and multisensory stimulation) on cognitive performances, functionality and quality of life of healthy old adults. To that end 28 community-dwelling old adults (66.14 ± 1.00 years old) underwent cognitive, physical and quality of life assessments at baseline and post-intervention. Cognition was evaluated through Mini Mental State Examination (MMSE) for screening, Semantic and Phonological Verbal Fluency, CERAD word list and automated neuropsychological tests (CANTAB); physical assessments included cardiorespiratory fitness (Six-Minute Walk Test), functional mobility (Timed-up and go Test), muscle strength of lower limbs (30-seconds Chair Stand Test) and upper (dynamometer Jamar®) limbs muscle strength; Dual task functional test were performed by Walking While Talking test and quality of life questionnaire (SF36) were also applied. Subjects participated in dual-task intervention program composed by physical exercise (aerobic and strength training) and multisensory stimuli, composed by 24 sessions, conducted twice a week for 75 minutes each. Outliers values were excluded, and T-test was applied to investigate possible differences between baseline and post-invention assessment. After intervention, subjects showed increased cognitive performance (MMSE, verbal fluency, short-term memory, sustained visual attention, learning, short-term visual recognition memory), better physical and functional parameters (upper limb strength, cardiorespiratory fitness, functional mobility), improved performance in the dual task functional test and personal perception about improved physical function and diminished limitations due to physical problems (SF36). Thus, 24-session dual task intervention program, based on aerobic and strength exercises and multisensory stimulation, improves cognition, functional exercise capacity, quality of life and ability to perform dual task activities, as normally required in the daily routine of the old adults.

Keywords: Aging, cognition, physical exercise, dual task.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1. Alterações na pirâmide populacional brasileira. Mudanças e estimativas no perfil da pirâmide populacional brasileira nos anos de 1980.....	13
Figura 2. Em A ilustração de um cérebro humano com o lobo frontal destacado em verde, B Exemplo de secção coronal do CPF, C. Desempenho na tarefa DNMS, D. Correlação entre substância branca, cinzenta e precisão na tarefa.....	16
Figura 3. Ilustração de neurônios do CPF de um macaco jovem (esquerdo) e velho (direito).....	17
Figura 4. Imagens funcionais de ressonância magnética funcional mostrando ativação cerebral durante uma tarefa de linguagem em adultos jovens (esquerda) e adultos mais velhos (direita).....	19
Figura 5. Ilustração do modelo hipotético de como a função da memória muda ao longo do tempo em indivíduos com alta e baixa reserva.....	20
Figura 6. Distribuição proporcional dos idosos segundo consequências da queda.....	26
Figura 7. Modelo conceitual de mecanismo de atividade física em múltiplos níveis de análise	28
Figura 8. O grupo RUNSTD promoveu um número maior de células marcadas com BrdU, bem como novos neurônios em comparação com o STDSTD. RUNENR resultou em um aumento adicional no número de células positivas para BrdU e neurônios recém-nascidos	29
Figura 9. Córtex pré-frontal bilateral apresentando diminuição da ativação associada à memória visual de curto prazo após a intervenção.....	30
Figura 10. Sequência dos procedimentos realizados durante a pesquisa.....	35
Figura 11. Ilustração do equipamento da bateria CANTAB.....	38
Figura 12. Teste de triagem motora-MOT.....	38
Figura 13. Processamento Rápido de Informação Visual – RVP.....	39
Figura 14. Teste de aprendizagem pareada (PAL).....	40
Figura 15. Pareamento com atraso-DMS.....	41
Figura 16. Representação gráfica utilizando média e erro padrão do desempenho do grupo	51

nos testes da Bateria de testes automatizados CANTAB antes e após a intervenção.....	
Figura 17. Representação gráfica utilizando média e erro padrão do desempenho do grupo nos testes Mini exame do estado mental, Fluência verbal fonológica e semântica e CERAD.....	52
Figura 18. Representação gráfica utilizando média e erro padrão do desempenho do grupo nos testes de 6 minutos de caminhada, Equilíbrio e Agilidade, Teste de uma tarefa, e força de preensão manual.....	55
Figura 19. Representação gráfica utilizando média e erro padrão do desempenho do grupo no teste de dupla tarefa <i>Walking while talking</i>	56
Figura 20. Correlação entre memória de reconhecimento (DMS-PEGC) e condicionamento cardiorrespiratório (Distância-TC6min) pós-intervenção.....	57
Figura 21. Correlação entre memória de reconhecimento (DMS-TC, DMS TC ALL, DMS PGC) e agilidade (Velocidade média- Teste de dupla tarefa) pós-intervenção.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BDNF** – Fator neurotrófico derivado do cérebro (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*)
- CANTAB** – Bateria Cambridge de Testes Neuropsicológicos Automatizados
- CPF** - Córtex pré-frontal
- DCNT** - Doenças crônicas não transmissíveis
- DMS** – Memória de reconhecimento
- DMS PEGC**- Probabilidade de erro após acerto
- DMS TC** – Memória de reconhecimento (Total correto)
- DMS TC ALL** – Memória de reconhecimento (Total correto com atraso)
- DNMS** – Tarefa com atraso não comparável à amostra (*Delayed nonmatching-to-sample task*)
- EA** - Teste de equilíbrio e agilidade
- FV**- Fluência verbal
- FVF** - Fluência verbal fonológica
- FVS** - Fluência verbal semântica
- IGF1** - Fator de crescimento semelhante à insulina 1
- MEEM** - Mini exame do estado mental
- MOT** - Triagem motora
- PAL** - Aprendizado pareado
- PAL TEA** - Aprendizado pareado (Total de erros ajustado)
- PAL TTA** – Aprendizado pareado (Total de tentativas ajustadas)
- RVP ML** - Processamento rápido da informação visual (Média de latência)
- RVP** - Processamento rápido da informação visual
- RVP TCR** - Processamento rápido da informação visual (Total de rejeições corretas)
- SL**- Teste de sentar e levantar
- TC6min** - Teste de caminhada de 6 minutos
- TDT**- Teste de dupla tarefa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 A Demografia do envelhecimento.....	12
1.1.1 Alterações cognitivas e estruturais decorrentes da idade.....	14
1.1.2 Reserva cognitiva.....	19
1.1.3 Envelhecimento bem sucedido.....	21
1.2. Conceituando dupla tarefa.....	22
1.2.1 <i>Como o idoso se comporta mediante situações de dupla tarefa.....</i>	<i>24</i>
1.3 Exercício e dupla tarefa.....	26
1.4 Instrumentos para avaliação cognitiva.....	31
2. OBJETIVOS.....	33
2.1 Geral.....	33
2.2 Específicos.....	33
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1. Desenho do estudo.....	34
3.1.1 Participantes.....	34
3.2 Avaliação cognitiva.....	35
3.2.1 Mini exame do estado mental.....	35
3.2.2 Testes da bateria CERAD.....	36
3.2.3 Testes automatizados da bateria CANTAB.....	37
3.3 Avaliação física.....	41
3.3.1 Avaliação da perimetria.....	42
3.3.2 Avaliação do condicionamento cardiorrespiratório.....	42
3.3.3 Avaliação do desempenho em dupla tarefa.....	42
3.3.4 Avaliação da mobilidade funcional.....	43
3.3.5 Avaliação da força muscular de membros inferiores.....	43
3.3.6 Avaliação da força muscular de membros superiores.....	44
3.4 Avaliação da qualidade de vida.....	44
3.5 Programa de treinamento.....	44
3.5.1 Estimulação em dupla tarefa.....	46
3.6 Análise estatística.....	48
4. RESULTADOS.....	50
5.DISCUSSÃO.....	60
6. CONCLUSÃO.....	67

1. INTRODUÇÃO

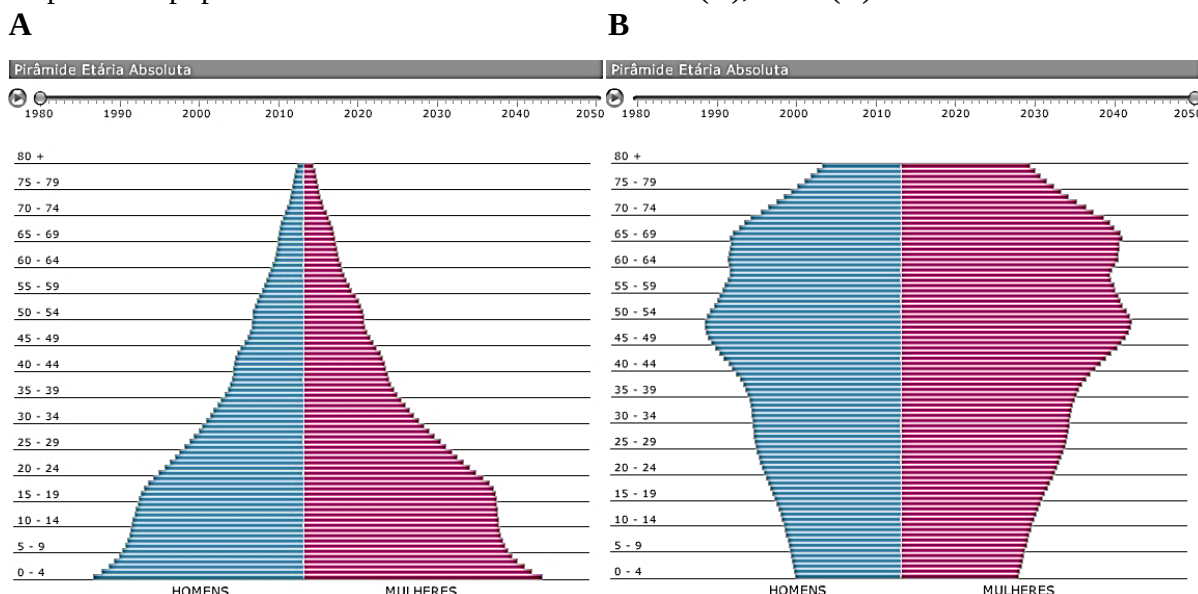
1.1 A demografia do envelhecimento

Em escala global, a faixa etária das pessoas acima de 60 anos é a que mais cresce proporcionalmente em comparação a qualquer outra faixa etária. Entre 1970 e 2025 o crescimento pode chegar a 223% ou em torno de 694 milhões de idosos. Em 2025, existirá 1,2 bilhões de idosos e até 2050 esse número pode chegar a dois bilhões, sendo 80% nos países em desenvolvimento (BONGAARTS, 2009).

No Brasil, seguindo a tendência mundial, o segmento populacional que mais tem aumentado é o da população com idade de 60 anos ou mais, com taxas de crescimento maiores que 4% ao ano no período de 2012 a 2022. Em dados absolutos esta população passará de 19,6 milhões em 2010 para 41,5 milhões em 2030 e 73,5 milhões em 2060 (ERVATTI *et al.*, 2015). Segundo projeções estatísticas da Organização Mundial de Saúde (OMS), no período de 1950 a 2025, o grupo de idosos no país deverá ter aumentado em quinze vezes, enquanto a população total em cinco. Assim, o Brasil ocupará o sexto lugar quanto ao contingente de idosos (BRASIL, 2010).

O envelhecimento populacional é consequência primeiramente da rápida e contínua queda da fecundidade, seguido da queda da mortalidade em todas as faixas etárias. Estas mudanças caminham para inversão da pirâmide etária com maior número de idosos do que de crianças e jovens (ERVATTI *et al.*, 2015). De fato, em 2050, as projeções indicam que o número de crianças com idade de 0 a 14 anos representará 13,15% da população total, ao passo que a população idosa ultrapassará os 22,71% (BRASIL, 2010). Além do que, é importante considerar que diferentemente do que ocorreu nos países desenvolvidos, o processo de envelhecimento nos países ainda em desenvolvimento ocorre em meio a economias frágeis, elevados níveis de pobreza, desigualdade social e econômica e acessos limitados a serviços e recursos (LEBRÃO, 2009). Logo, o acelerado processo de envelhecimento demanda novos desafios à sociedade para adequações das políticas sociais particularmente aquelas voltadas para a saúde (BRASIL, 2010).

Figura 01. Alterações na pirâmide populacional brasileira. Mudanças e estimativas no perfil da pirâmide populacional brasileira nos anos de 1980 (A), 2050 (B).



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/piramide/piramide.shtm.

A transição epidemiológica é caracterizada pela mudança do perfil de morbidade e de mortalidade, com diminuição progressiva das mortes por doenças infectocontagiosas e elevação das mortes por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) BRASIL (2011).

Dentre as alterações tipicamente mais incidentes entre os idosos destaca-se o declínio cognitivo e a demência. Estima-se que cerca de 46,8 milhões de pessoas em todo o mundo vivam com demência, sendo esperado que este número quase duplique em intervalos de 20 anos, alcançando o total de 74,5 milhões de pessoas em 2030 e 131,5 milhões em 2050. É importante destacar que 58% dessas pessoas vivem em países em desenvolvimento e esta proporção deve aumentar para 63% em 2030 e 68% em 2050 (PRINCE *et al.*, 2015).

No Brasil, as projeções indicam que a prevalência média das alterações cognitivas no envelhecimento apresenta-se mais alta que a mundial passando de 7,6% em 2010 para 7,9% em 2020 (BURLÁ *et al.*, 2013). Causa preocupação a prevenção das alterações cognitivas do idoso sobretudo pela importante taxa de conversão deste quadro em quadros patológicos como o Declínio Cognitivo Leve e a Demência de Alzheimer (CHARCHAT-FICHMAN *et al.*, 2007), sabendo que o envelhecimento por si só é o principal fator de risco para desenvolver Alzheimer (THIES *et al.*, 2011).

Além disso, sabe-se que o declínio cognitivo leve e a demência impactam fortemente a funcionalidade dos indivíduos acometidos (MARRA *et al.*, 2007). Os prejuízos envolvem déficits no aprendizado, memória, função executiva, motivação, regulação do humor e

comportamento motor (ARCHER, 2011), assim como alterações do controle motor fino e grosso, marcha, equilíbrio estático e transferência de peso (KLUGER *et al.*, 2008) e impõem aumento dos investimentos aos sistemas de saúde para suprir os elevados custos do tratamento (ASSOCIATION, 2009).

Dentro desse contexto de necessidade de estratégias de combate as DCNT, o Brasil implantou o Plano de Enfrentamento de DCNT (2011-2012) que tem como objetivo promover o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas efetivas, integradas, sustentáveis e baseadas em evidências para a prevenção e o controle das DCNT e seus fatores de risco e fortalecer os serviços de saúde voltados às doenças crônicas BRASIL (2011). Somam esforços no planejamento governamental, outras políticas públicas voltadas ao cuidado e manutenção da saúde de idosos, dentre as quais se destaca a Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa e o Programa Academia da Saúde.

Há, portanto, justificada necessidade de busca por metodologias, estratégias e programas que estabeleçam intervenções efetivas de enfrentamento da crescente incidência das alterações cognitivas no envelhecimento.

1.1.1 Alterações cognitivas e estruturais decorrentes da idade

Embora haja um consenso de que o envelhecimento é acompanhado de alterações estruturais e funcionais cerebrais, algumas regiões parecem ser mais afetadas do que outras. Estudos têm demonstrado que os lobos frontal e temporal particularmente são mais sensíveis às alterações decorrentes do envelhecimento fisiológico (BUCKNER, 2004; SAMSON *et al.*, 2014; CALSO *et al.*, 2016).

Do ponto de vista neuroanatômico, o lobo frontal refere-se a região cerebral localizada em frente à fissura ou sulco central. O córtex recebe aferências talâmicas dos núcleos ventrais anterior e dorsomedial. Também se relaciona ao sistema límbico e às áreas associativas pós-sulco central. As principais subdivisões do lobo frontal incluem: o giro central, o córtex pré-motor e o córtex pré-frontal que também é dividido em córtex dorsolateral, córtex orbitofrontal e córtex medial (CALSO *et al.*, 2016).

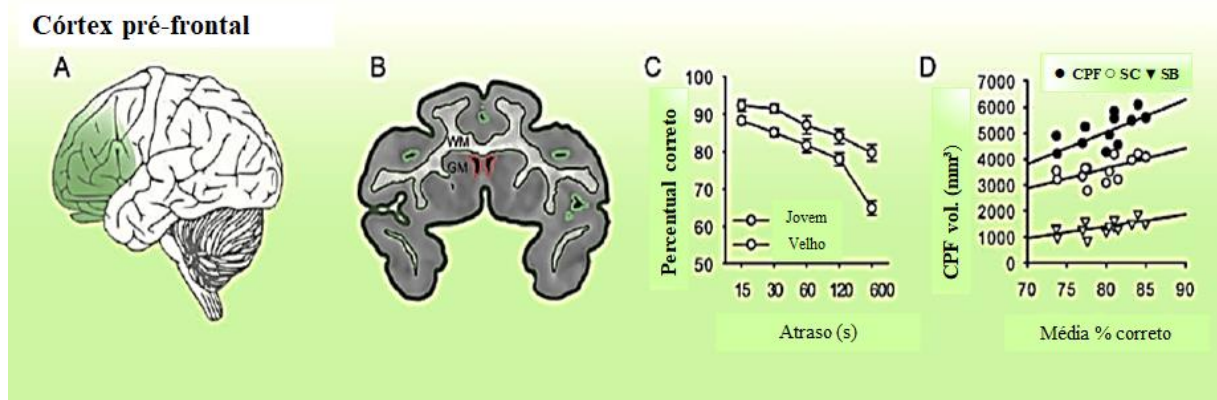
As alterações encontradas no lobo frontal, especialmente no córtex pré-frontal, implicam em prejuízos na função executiva (YOGEV *et al.*, 2008). Os pontos em comum do heterogêneo conceito de função executiva envolvem o entendimento de que trata-se de funções cognitivas necessárias para planejar, monitorar e conduzir ações (AGMON *et al.*, 2014). Deste modo incluem habilidades para raciocinar e resolver problemas, iniciar e manter tarefas, flexibilidade cognitiva para se adaptar às mudanças, e incorpora atenção, memória de

trabalho e raciocínio abstrato. Pode ser ainda didaticamente dividida em habilidade de tomada de decisão, planejamento, ação intencional, desempenho efetivo e inibição cognitiva (YOGEV *et al.*, 2008). A memória de trabalho refere-se à capacidade de codificar, manter e manipular informações que não estão mais presentes no ambiente, incluindo informações sobre regras abstratas, eventos recentes e metas para ações futuras. Nos seres humanos, a memória de trabalho é geralmente restrita a segundos (BIZON *et al.*, 2012).

Um dos achados mais consistentes na literatura é a diminuição do volume do córtex pré-frontal de humanos, macacos e roedores. Hoje sabe-se, que esse encolhimento se deve a múltiplos fatores e não necessariamente a diminuição no número de neurônios. Atualmente, considera-se que o número de células no córtex frontal é preservado no envelhecimento, embora possa haver possíveis perdas focais (SAMSON *et al.*, 2014).

As diminuições de volume têm sido relacionadas a piores desempenhos cognitivos, por exemplo: macacos idosos que apresentavam maiores volumes no córtex pré-frontal dorsolateral, obtiveram melhor desempenho ao identificar objetos não compatíveis no teste tarefa com atraso não comparável à amostra (*Delayed nonmatching-to-sample task-DNMS*), do que macacos com volumes menores de córtex pré-frontal (CPF). Quando analisou-se separadamente a substância branca e a substância cinzenta esta correlação manteve-se, ou seja, quanto maior volume de substância branca ou cinzenta melhor desempenho no teste aplicado (SANSON *et al.*, 2014).

Figura 02. O volume cortical pré-frontal (CPF) correlacionou-se com o desempenho em uma tarefa DNMS, em macacos rhesus envelhecidos. A. Ilustração de um cérebro humano com o lobo frontal destacado em verde. B. Exemplo de secção coronal do CPF, ilustrando as áreas tomadas como regiões de interesse para volumes de matéria cinzenta (cinza escuro) e matéria branca (cinza claro). O vermelho marca a delimitação dos ventrículos. C. Os macacos envelhecidos (círculos cinza) eram menos precisos do que os macacos jovens (círculos brancos) em uma tarefa com atraso não comparável à amostra (DNMS), particularmente em atrasos mais longos. D. A matéria cinzenta (círculos cinza), a matéria branca (triângulos brancos) e os volumes de PFC totais (círculos negros) correlacionaram-se com a precisão da tarefa em animais idosos.



Fonte: Adaptado de SHAMY *et al.*, 2011 *apud* SAMSON 2013

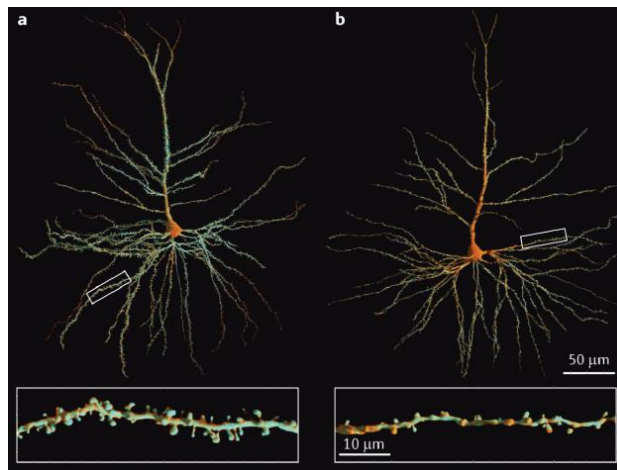
Um ponto relevante a ser considerado diz respeito às diferenças de decaimento da substância branca e cinzenta. Aparentemente o declínio da substância cinzenta é linear, enquanto o da substância branca é relativamente estável até os 70 anos, após essa idade o declínio é acelerado. A comparação das estimativas lineares do volume de substância branca cerebral dos 30 aos 90 anos sugere diminuição de aproximadamente 26,5%. Esse decaimento é maior que o observado na substância cinzenta, então, embora o declínio da substância branca seja mais tardio, a sua perda ultrapassa a perda da substância cinzenta (JERNIGAN *et al.*, 2001).

Uma vez que a substância branca é composta por fibras envolvidas por bainha de mielina e responsáveis por conectar diferentes regiões cerebrais, alterações na sua integridade trazem como consequência diminuição da velocidade de processamento. Evidências recentes têm demonstrado que a diminuição da velocidade de processamento está associada a degradação de substância branca em regiões específicas, especialmente na região pré-frontal, fibras do corpo caloso (estrutura que conecta os hemisférios) e fibras frontoparietais. Além disso, também foram encontradas degradação de vias de associação importantes, fomentando a teoria de “desconexão” do envelhecimento uma vez que a degradação da substância branca

dificulta a transmissão entre regiões corticais necessárias para a cognição (KENNEDY *et al.*, 2009).

A literatura parece convergir para o entendimento de que grande parte das alterações decorrentes do envelhecimento não estão relacionadas necessariamente a perda neuronal expressiva, mas principalmente às mudanças morfológicas neuronais como a redução na complexidade da arborização dendrítica, retração de dendritos e encolhimento do soma. Os números de espinhas dendríticas também são diminuídos, e como as espinhas são os principais pontos para sinapses excitatórias, as mudanças em seus números podem refletir uma mudança nas densidades sinápticas (DICKSTEIN *et al.*, 2007; SAMSON *et al.*, 2014). Isso difere do encontrado na doença de Alzheimer onde há importante perda neuronal, assim como perda sináptica.

Figura 03. A densidade de espinhas em neurônios corticais pré-frontais (CPF) é reduzida em macacos envelhecidos. Ilustração de neurônios do CPF de um macaco jovem (esquerdo) e velho (direito). Nas células apresentadas aqui, não há diferenças decorrente da idade na extensão da arborização dendrítica. No entanto, observou-se uma diminuição acentuada na densidade de espinhas dendríticas. Os retângulos mostram uma ampliação de uma porção do dendrito basal de cada neurônio.



Fonte: MORRISON *et al.*, 2013

Outra região que tem sido alvo de investigações é o hipocampo (BETTIO, 2017; STILLMAN *et al.*, 2018). Localizado no lobo temporal, faz parte do sistema límbico e é a principal área relacionada à aprendizagem, consolidação da memória, comportamento afetivo e regulação do humor (BETTIO *et al.*, 2017).

Alterações estruturais e funcionais nessa região têm sido associadas a pior desempenho em testes de aprendizado e memória, como no estudo de Hara e colaboradores

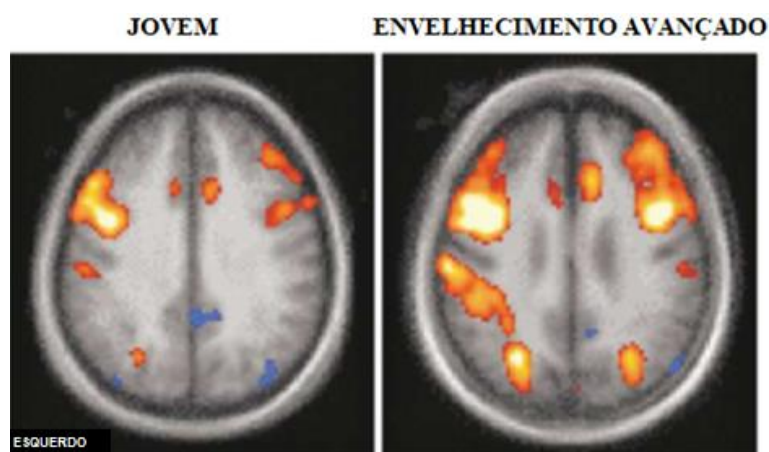
(2012) que, em um estudo em primatas não-humanos, encontrou através do uso de microscopia eletrônica na camada molecular externa do giro denteado do hipocampo uma frequência menor de botões sinápticos de múltiplos contatos assim como número menor de contatos sinápticos nesses tipos de botões em fêmeas idosas comparadas a fêmeas jovens. Além disso, nas fêmeas idosas havia o dobro de botões sem contatos sinápticos aparentes, o que foi correlacionado com pior aquisição e desempenho no teste cognitivo DNMS, sugerindo que estes podem interferir na aquisição e no desempenho de memória avaliado neste teste. Em contrapartida, o número médio de contatos sinápticos por botões de múltiplos contatos correlacionou-se com melhora da aquisição do DNMS, sugerindo que estes podem facilitar a aprendizagem no teste DNMS. Esses achados indicam que o envelhecimento induz a alterações morfológicas sinápticas e, nesse caso, especificamente diminuindo um subtipo sináptico (botões de múltiplos contatos) envolvido na aprendizagem associativa dependente do hipocampo (HARA *et al.*, 2012; HULLINGER *et al.*, 2017).

Em adição a essas evidências, soma-se um estudo longitudinal em humanos no qual o autor acompanhou 60 indivíduos com média de idade de 66 anos durante 20 anos para analisar o desempenho em memória em combinação com medidas de ressonância magnética funcional do lobo temporal. Os resultados apontaram uma relação positiva entre mudança da ativação do hipocampo e mudança no desempenho em memória ao longo do tempo, demonstrando que os participantes com desempenho decrescente apresentaram também ativação hipocampal reduzida em comparação com indivíduos que mantiveram o desempenho. Estes resultados fornecem uma forte associação entre mudança cognitiva em adultos mais velhos e função no lobo temporal medial, além de ressaltar as diferenças intraindividuais (PERSSON *et al.*, 2012).

É importante ressaltar que as alterações neurobiológicas observadas no hipocampo, decorrentes do envelhecimento, são extensas e envolvem diversos outros mecanismos que não foram aqui discutidos, tais como aumento do estresse oxidativo, neuroinflamação, sinalização intracelular alterada e expressão gênica, assim como redução neurogênica (BETTIO *et al.*, 2017).

Estudos de neuroimagem deram base a formulação da Teoria da Compensação, a qual postula que adultos idosos conseguem manter um nível de desempenho equivalente ao de adultos jovens ativando um maior número de áreas cerebrais. Assim, em tarefas que ativariam apenas um hemisfério em adultos jovens, em idosos ocorre uma ativação expandida e bilateral (CALSO *et al.*, 2016).

Figura 04. As imagens de ressonância magnética funcional mostram a ativação cerebral durante uma tarefa de linguagem. (Esquerda). Os adultos jovens mostram ativação fortemente lateralizada à esquerda, (Direita) os adultos mais velhos mostram forte ativação bilateral.



Fonte: Adaptado de (LOGAN *et al.* 2002)

Tomados em conjunto os dados aqui apresentados demonstram que algumas áreas cerebrais são mais prontamente e preferencialmente afetadas do que outras, especialmente os lobos frontal e temporal (BETTIO *et al.*, 2017; SAMSON *et al.*, 2014). Assim, a visão simplista de perda neuronal e declínio cognitivo como mecanismos para o declínio relacionado a idade não se sustenta. Em resumo, as alterações decorrentes do envelhecimento são consequência de alterações morfológicas neuronais, incluindo irregularidades na arborização dendrítica, encolhimento no tamanho do soma, perda ou regressão de dendritos e espinhas dendríticas, (DICKSTEIN *et al.*, 2007) e desintegração de substância branca e cinzenta (RAZ *et al.*, 2009 JERNIGAN *et al.*, 2001).

1.1.2 Reserva cognitiva

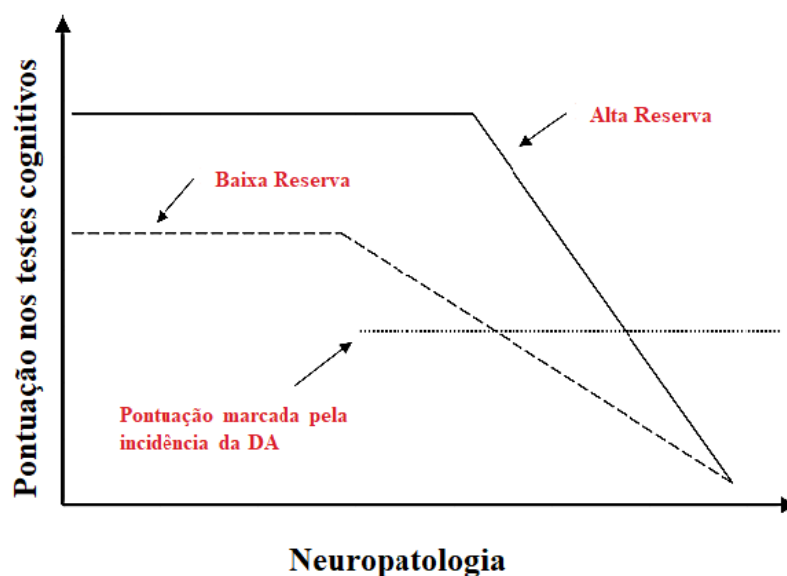
Uma discussão emergente diz respeito as drásticas variabilidades de alterações cerebrais e de desempenho cognitivo entre indivíduos da mesma faixa etária, levantando questões sobre os motivos que levam alguns sujeitos a envelhecerem de forma “bem sucedida”, ao passo que outros envelhecem com importantes alterações cerebrais e limitações cognitivas e funcionais (BUCKNER, 2004), ou, por quais motivos alguns idosos conseguem tolerar mais e ainda manter função diante de mudanças estruturais patológicas desencadeadas pela doença de Alzheimer STERN (2009).

Inicialmente, atribuiu-se tais diferenças à reserva cerebral. Esse conceito parte do princípio de que o substrato neural incluindo volume cerebral, número de neurônios e de sinapses (STERN, 2010) é melhor preservado naqueles com maior reserva cerebral. A reserva

estaria associada ao maior tamanho do cérebro e maior número de neurônios. Esse modelo pressupõe que o esgotamento da capacidade de reserva cerebral ao ultrapassar um limite crítico, geraria os déficits clínicos ou funcionais.

No entanto, este modelo não considera as diferenças de processamento entre os indivíduos diante de uma situação de dano cerebral. Mesmo quando o número de neurônios saudáveis ou funcionais caem abaixo de um determinado limite em relação à tarefa, o cérebro pode usar recursos neuroplásticos, recrutando outras regiões e redes para ajudar a manter o desempenho. Esse reencaminhamento funcional de circuitos neurais representa um modelo de reserva ativo ou dinâmico, intitulado de reserva cognitiva (CHENG, 2016). A reserva cognitiva sugere que o cérebro tenta ativamente lidar com danos cerebrais usando processos cognitivos pré-existentes ou recrutando processos compensatórios (STERN, 2010).

Figura 05. Ilustração do modelo hipotético de como a memória muda ao longo do tempo em indivíduos com alta e baixa reserva cognitiva. A doença de Alzheimer começa a avançar antes de qualquer observação de mudança no desempenho da memória. No entanto, em algum momento, a patologia é suficiente para começar a causar declínios visíveis nos resultados dos testes de memória. Este ponto em que o desempenho começa a diminuir é postergado em indivíduos com maior reserva porque eles podem tolerar mais a patologia antes de afetar o desempenho. A figura hipotetiza um ponto em que a patologia é tão grave que o desempenho da memória é nulo. Este ponto é o mesmo para indivíduos com alta e baixa reserva. Dado este ponto final comum, a figura aponta que, uma vez que o declínio da memória comece, a taxa de declínio deve ser mais rápida em indivíduos com maior reserva do que naqueles com menor reserva cognitiva.



Fonte: Adaptado de STERN, 2012

Estudos epidemiológicos sugerem que as experiências ao longo da vida, incluindo realizações na esfera educacional e ocupacional, assim como as atividades de lazer no final

da vida, podem aumentar essa reserva (STERN, 2012). Em nosso laboratório demonstramos previamente que indivíduos idosos com maior escolaridade formal apresentam desempenho cognitivo superior em testes de alta precisão e sensibilidade em comparação aos sujeitos com menor escolaridade, sugerindo que o número de anos de educação formal realizada no passado reduz a velocidade do envelhecimento cognitivo (BENTO-TORRES *et al.*, 2017).

Partindo desse pressuposto, várias estratégias têm sido pensadas para contribuir para o aumento da reserva cognitiva. As experiências sensoriais e de aprendizado cotidiano parecem induzir conexões corticais permanentes (YANG *et al.*, 2009) e, além disso, o exercício físico tem se destacado como estratégia eficaz em promover neurogênese e induzir alterações funcionais que tem sido relacionadas a aumento da eficiência neural (STILLMAN *et al.*, 2016 NISHIGUCHI *et al.*, 2015).

1.1.3 Envelhecimento bem-sucedido

Por muito tempo o envelhecimento foi visto estritamente por uma ótica negativa como um processo de declínios cognitivos e físicos progressivos (CUTLER *et al.*, 2006). Até recentemente considerava-se saudável apenas os indivíduos idosos que não eram acometidos por doenças e que não apresentavam limitações físicas ou cognitivas. Evidentemente este conceito de saúde baseado apenas em parâmetros biomédicos excluía a maior parte dos idosos, incluindo aqueles que sentiam que estavam envelhecendo de forma bem sucedida ainda que coexistissem doenças crônicas e incapacidades (CARVER *et al.*, 2016). O conceito de envelhecimento saudável tem passado por constantes reformulações e embora ainda não haja consenso, está claro que se trata de um processo multidimensional em que parâmetros objetivos e subjetivos devem ser considerados (KIM *et al.*, 2016).

Assim, o bem-estar físico, psicológico e social, passam a ser também determinantes de saúde. O bem-estar refere-se à satisfação geral auto percebida com a própria vida e com o estado de saúde. Há ainda vários outros determinantes tais como prática de exercícios físicos, apoio social percebido, nível de estresse, sintomas depressivos, cognição, convivência social e um senso de propósito (TKATCH *et al.* 2016). Outros critérios subjetivos têm sido mais frequentemente utilizados em modelos de envelhecimento saudável do que outros, é o caso do engajamento ativo, que diz respeito ao tempo em que o idoso se envolve e interage com a família, cônjuge ou com a comunidade. A resiliência também tem ganhado espaço neste modelo. A resiliência está relacionada à capacidade de desenvolver uma resposta compensatória a eventos adversos, como diante da perda de um ente querido (CARVER *et al.*, 2016). Alguns desses parâmetros não biomédicos muitas vezes têm apresentado associações

significativas com o envelhecimento bem sucedido, com efeitos comparáveis aos da saúde física. Um bom exemplo disso é o da resiliência (JESTE *et al.*, 2014).

Anteriormente algumas teorias foram sugeridas, uma delas propunha três critérios para a classificação de envelhecimento saudável: (1) probabilidade baixa de doenças e de incapacidades (2) alta capacidade funcional cognitiva e física e (3) engajamento ativo com a vida (ROWE *et al.* 1987). Muitos trabalhos adotaram essa teoria como modelo, porém a maior parte dos adultos idosos não atendiam a esses critérios por apresentarem doenças crônicas e limitações. A exclusão da percepção do indivíduo como relevante para classificação do envelhecimento bem sucedido limitava entretanto essa proposição (CHO *et al.*, 2012). Outros autores expandiram a teoria do envelhecimento bem-sucedido para incluir fatores adicionais (TRACKT 2016). A teoria de seleção, otimização e compensação (teoria SOC) proposta por Baltes é uma das mais relevantes na área da neuropsicologia e está relacionada a gestão e interação entre recursos internos (do próprio indivíduo) com recursos do ambiente em um regime de interdependência (BALTES 1987; NERI 2006). Essa teoria baseia-se na “plasticidade comportamental”, ou seja, nos processos que os indivíduos realizam para maximizar os ganhos e minimizar as perdas em respostas aos desafios cotidianos e ao longo da vida, assim como diante de declínios funcionais (NERI 2006). Adultos idosos que apresentam comportamentos SOC parecem apresentar bem-estar alto, mesmo diante de funções físicas comprometidas (CARPENTIERI 2017).

Embora não haja consenso sobre o envelhecimento saudável, sabe-se que este processo é complexo e depende de múltiplos fatores que permeiam o funcionamento físico, cognitivo e psicossocial. Este último, muitas vezes tem sido subvalorizado mesmo diante de evidências demonstrando seus efeitos que eventualmente mostram dimensões comparáveis ou mesmo superiores às medidas objetivas associadas ao envelhecimento saudável (KIM *et al.*, 2016 ; JESTE *et al.*, 2014). Dentro desse contexto de reformulação do entendimento do que é envelhecer bem, medidas da percepção do sujeito em relação ao seu estado de saúde e a sua qualidade de vida têm ganhado destaque na literatura.

1.2. Conceituando dupla tarefa

O controle postural é inerente às atividades de vida diária. Para que ele seja alcançado é necessário a integração de vários sistemas, incluindo os sistemas pré-motores vestibular, visual, auditivo, motor e de nível superior. Ele é requerido em inúmeras situações como para a manutenção de um alinhamento postural específico (sentado ou em pé), para facilitar movimentos voluntários, como as transições entre posturas, ou mesmo para

reestabelecer-se diante de distúrbios externos como um deslizamento ou um empurrão. É válido ressaltar que o controle postural é necessário não só para manter a estabilidade postural, mas para garantir segurança em atividades funcionais do dia-a-dia, como ficar em pé ao realizar tarefas manuais, subir em uma cadeira ou caminhar e girar (MANCINI *et al.*, 2010). Sabe-se que em situações cotidianas, existe demanda por este controle normalmente enquanto ao menos uma outra tarefa simultânea está sendo executada, por exemplo, ao ficar parado enquanto pensa, parado enquanto conversa (HUXHOLD *et al.*, 2006) ou mesmo enquanto caminha e fala ao telefone (LAUENROTH *et al.*, 2016). Deste modo o controle postural seja estático (parado) ou dinâmico (andando) mediante uma tarefa simultânea é a regra e não a exceção para o sistema postural (LACOUR *et al.*, 2008).

Nessas circunstâncias, os recursos atencionais devem ser divididos, o que levanta questões sobre a influência de tarefas cognitivas sobre a estabilidade postural (LACOUR *et al.*, 2008). O paradigma da dupla tarefa refere-se a exigência de que duas tarefas sejam realizadas simultaneamente e contrastadas em seu desempenho, com o desempenho em condições de tarefa única (SMITH *et al.*, 2016). Usualmente a tarefa motora é entendida como a tarefa primária, e a tarefa cognitiva como secundária. Diversos trabalhos ao compararem o desempenho de indivíduos em situações de tarefa única e em situações de dupla tarefa, demonstraram que nessas situações geralmente o desempenho diminui em uma ou em ambas as tarefas e tais limitações são denominadas custos da dupla tarefa (PAPEGAAIJ *et al.*, 2017)

Curiosamente alguns estudos encontraram benefícios na estabilidade ao serem adicionados tarefas secundárias cognitivas (ANDERSSON *et al.*, 2002; VUILLERME *et al.*, 2000). Sugere-se que diferenças metodológicas de comandos de priorização, como por exemplo quando é solicitado aos participantes para manterem-se quietos, este comando gera um foco na tarefa motora e deste modo implicaria em prejuízos nesta tarefa, visto que se trata de uma tarefa relativamente automatizada, e que ao adicionar uma tarefa cognitiva o foco de atenção passaria a ser externalizado, ou seja, direcionado para a tarefa cognitiva, deste modo implicando em maior estabilidade (HUXHOLD *et al.*, 2006).

O fato é que estes resultados controversos impulsionaram a reflexão sobre os fatores que influenciariam no desempenho em situações de dupla tarefa. Ao que parece, o tipo de estímulo da tarefa secundária (visual, verbal), a complexidade da demanda cognitiva, assim como a idade devem ser consideradas para análise mais completa (DAULT *et al.*, 2003; HUXHOLD *et al.*, 2006). Em revisão realizada por Dault e colaboradores (2003) as tarefas secundárias com estímulo visual induziram a maiores benefícios na estabilidade, enquanto

tarefas como a fluência verbal que envolviam movimentos articulares da temporomandibular trouxeram mais prejuízos ao equilíbrio.

No estudo de Huxhold o autor sugere que os efeitos benéficos no controle postural foram observados apenas em níveis baixos de exigência de tarefas secundárias, sugerindo que esses níveis são suficientes para afastar a atenção do domínio postural sem causar concorrência de recursos, ao passo que em níveis mais elevados de tarefa cognitiva há concorrência de recursos e deste modo prejuízo na estabilidade. Outro ponto importante observado foi que a transição de efeitos benéficos para prejudiciais em indivíduos com menos recursos, a exemplo dos mais velhos, ocorre em níveis mais baixos (HUXHOLD *et al.*, 2006).

1.2.1 Como o idoso se comporta mediante situações de dupla tarefa?

Manter-se fisicamente ativo durante o envelhecimento não é uma tarefa trivial (SCHAEFER *et al.*, 2011), uma vez que são esperados declínios sensoriais, cognitivos, de força muscular e de velocidade das respostas sensório-motora (HORAK *et al.*, 2010). Considerando que o sistema postural necessita da recepção e integração de informações sensoriais, visuais, proprioceptivas e vestibulares, as alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento podem significar prejuízos no equilíbrio e na marcha desses indivíduos.

A marcha, antes considerada uma tarefa puramente automatizada, com mínimo componente cognitivo, recentemente tem sido associada a importante demanda de recursos, sobretudo de função executiva e atenção (YOGEV *et al.*, 2008). Em adultos jovens permanecer em uma posição vertical sem perturbações requer mínimos recursos intencionais, porém em condições mais desafiadoras como o apoio unipodal, caminhar em um terreno irregular ou equilibrar-se em suporte estreito existe maior demanda cognitiva (LACOUR *et al.*, 2008). Em idosos parece haver maior necessidade de tais recursos, mesmo em tarefas motoras aparentemente simples. Possivelmente a maior demanda de recursos atencionais e de processamento está associada aos déficits sensório-motores inerentes ao envelhecimento, tais como a diminuição de acuidade visual e força muscular, que influenciam negativamente na estabilidade postural, tornando portanto tarefas motoras aparentemente simples, mais desafiadoras (SCHAEFER *et al.*, 2011).

Soma-se a isso, que o lobo frontal, principal região envolvida na função executiva, é particularmente afetado com o envelhecimento havendo evidências de que indivíduos com prejuízos na função executiva aumentam as alterações na marcha e o risco de queda (KEARNEY *et al.*, 2013). As funções executivas representam um conjunto de habilidades cognitivas necessárias para planejar, monitorar e conduzir ações complexas a fim de executar

um objetivo. Um aspecto importante a ser considerado das funções executivas que tende a deteriorar-se com o envelhecimento é a capacidade em dividir ou mudar a atenção em diferentes tarefas (AGMON *et al.*, 2014).

Uma vez que o cotidiano é repleto de tarefas simultâneas como quando se atravessa uma rua, conversa enquanto caminha, ou mesmo quando se está parado e ouve uma música (NEIDER *et al.*, 2011), a habilidade em dividir recursos atencionais é fundamental para a independência das atividades de vida diária. Portanto, analisar a estabilidade postural apenas na condição de realização de uma tarefa não representa a realidade multitarefas do cotidiano (SMITH *et al.*, 2016).

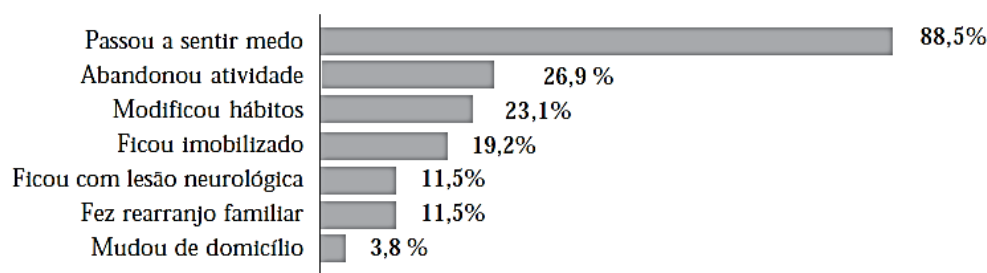
Quando uma tarefa secundária concorrente é adicionada à tarefa motora, os recursos cognitivos precisam ser divididos. Entretanto em indivíduos onde as capacidades cognitivas são limitadas, mesmo diante de habilidades motoras simples estas podem assumir novos desafios, passando a ser problemáticas quando executadas simultaneamente. Um possível mecanismo neurológico proposto para os altos custos da dupla tarefa é que, em comparação com os adultos jovens, os idosos tendem a executar tarefas únicas com maior ativação cerebral. Nas regiões do cérebro que são necessárias para ambas as tarefas, a capacidade residual reduzida pode interferir no desempenho das tarefas. Esta competição por regiões de cérebro compartilhadas tem sido chamada de interferência estrutural (PAPEGAAIJ *et al.*, 2017).

Estudos têm demonstrado que os idosos apresentam altos custos ao executarem tarefas simultâneas em comparação a adultos jovens (SCHAEFER *et al.*, 2011). Tem sido observado que diante de situações em que os idosos se sintam em risco de se desequilibrar ou cair, há a tendência em priorizar a tarefa motora com o custo sendo imposto à tarefa cognitiva (LINDENBERGER *et al.*, 2001). Este achado pode ser entendido como um comportamento adaptativo de proteção, a fim de evitar quedas (SCHAEFER *et al.*, 2011). Outros estudos tem demonstrado diminuição de velocidade na marcha (NEIDER *et al.*, 2011) e, diante de tarefas cognitivas mais exigentes, aumento de irregularidades na marcha (VERREL *et al.*, 2009) e atraso na capacidade de recrutamento muscular rápido (MELZER *et al.*, 2010).

Do ponto de vista clínico essas limitações implicam em menor capacidade para realizar as atividades funcionais diárias, por exemplo Neider e colaboradores (2011) demonstraram que ao atravessar um cruzamento os idosos demandam mais tempo e são mais propensos a não completar a travessia. Além disso, uma metanálise apontou que as limitações no desempenho diante de duplas tarefas foi significativamente associado a risco aumentado de quedas em adultos idosos e idosos frágeis (BEAUCHET *et al.*, 2009). Importante realçar que

as quedas são um grave problema de saúde pública que tem consequências drásticas como aumento da mortalidade, morbidade e custos envolvidos em saúde pública (FRAILITY, 2001), e que podem afetar diretamente a qualidade de vida desses indivíduos, trazendo prejuízos à independência funcional além do medo de cair novamente (RIBEIRO *et al.*, 2008). Os dados epidemiológicos são preocupantes e apontam que trinta por cento dos adultos maiores de 65 anos e 50% dos maiores de 85 anos provavelmente terão pelo menos uma queda (AMBONI *et al.*, 2013). A figura 6 ilustra algumas consequências da queda encontradas em um estudo realizado no Rio de Janeiro.

Figura 06. Distribuição proporcional dos idosos segundo consequências da queda. Comunidade do Rio de Janeiro, 2005



Fonte: RIBEIRO *et al.*, 2008

Desse modo, a análise de funcionalidade e de equilíbrio devem ser investigadas em condições de múltiplas tarefas (SMITH *et al.*, 2016). Até o presente momento a avaliação clínica tem negligenciado tais aspectos. Estratégias de intervenção que tragam benefícios ao desempenho em tarefas simultâneas são fundamentais para contribuir para a independência funcional e diminuir os riscos de queda em indivíduos idosos (SCHAEFER *et al.*, 2011).

1.3 Exercício e dupla tarefa

Considerando a mudança drástica da pirâmide etária que arrasta consigo o declínio cognitivo associado ao envelhecimento, há uma necessidade urgente de investigar quais estratégias de intervenção são mais eficazes em melhorar/proteger o desempenho cognitivo e funcional de idosos. A literatura sobre os benefícios físicos e cognitivos decorrentes da prática regular de exercício em idosos é extensa (STILLMAN *et al.*, 2016; GOMEZ-PINILLA *et al.*, 2014). Contudo o tipo e a dose ótima ainda não estão bem estabelecidos (TAIT *et al.*, 2017). Há também evidências de melhorias decorrente de treinamento cognitivo (SMITH *et al.*,

2009; KWOK *et al.*, 2013). Previamente demonstramos que um programa de estimulação cognitiva multissensorial promove efeitos positivos sobre a função cognitiva em idosos institucionalizados e não institucionalizados (DE OLIVEIRA *et al.*, 2014). Entretanto não está claro se os benefícios encontrados nesse tipo de treinamento estende-se até as tarefas funcionais diárias desses indivíduos, como aquelas em que se requer bom desempenho em tarefas simultâneas (REIJNDERS *et al.*, 2013 ; TAIT *et al.*, 2017).

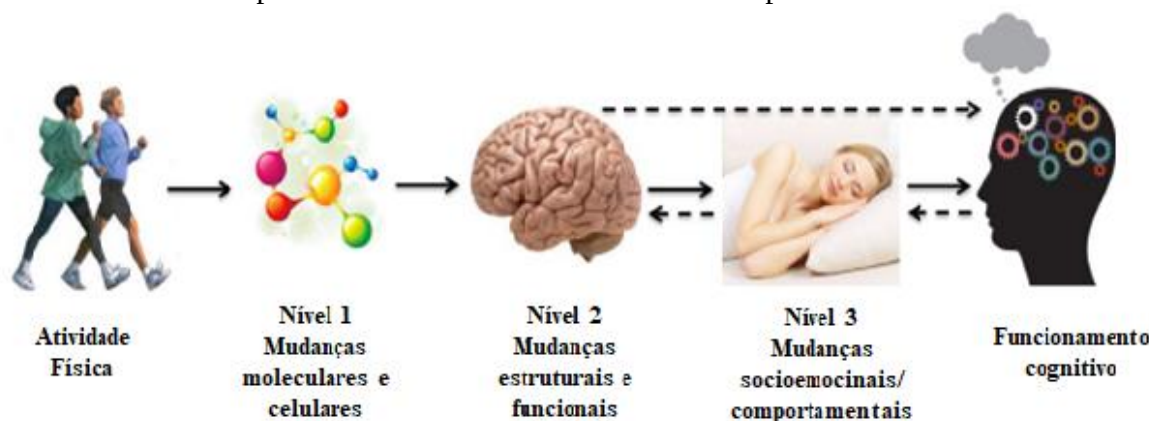
Recentemente o exercício físico associado a tarefas secundárias simultâneas, usualmente tratado na literatura como dupla tarefa, tem sido alvo de investigações mais frequentes (GREGORY *et al.*, 2017; NISHIGUCHI *et al.*, 2015). Preliminarmente alguns estudos têm indicado que protocolos que incluem dupla tarefa parecem ser mais eficientes em melhorar o desempenho cognitivo do que protocolos com uma única intervenção (FALBO *et al.*, 2016; THEILL *et al.*, 2013 ; LAUENROTH *et al.*, 2016). Além disso, há evidências de maiores efeitos de transferência para atividades que requeiram desempenho em tarefas simultâneas do que protocolos com estimulação única (WOLLESEN *et al.*, 2014).

Para efeitos práticos esses resultados implicam em maior alcance de atividades funcionais, visto que o cotidiano é repleto de situações em que uma tarefa motora é realizada paralelamente a tarefas secundárias (cognitiva ou motora), e que limitações no desempenho nessas situações implicam em prejuízo à independência funcional e risco aumentado de quedas (BEAUCHET *et al.*, 2009). Assim é crítico que as intervenções propostas impactem positivamente o desempenho diminuindo o custo frente a tais condições.

As bases conceituais que subsidiam os mecanismos pelos quais o uso da dupla tarefa influencia no funcionamento cerebral ainda não estão definidas. Sabe-se que o exercício físico promove o aumento do fluxo sanguíneo o que induz a uma mudança da atividade metabólica do cérebro (LAUENROTH *et al.*, 2016). As duas principais vias estudadas são o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e o fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF1). Ambos são aumentados tanto em nível periférico, quanto em regiões cerebrais, especialmente no hipocampo (STILLMAN *et al.*, 2016). O BDNF é reconhecidamente relacionado ao aumento da plasticidade cerebral, promovendo a neurogênese, a proliferação celular e a sinaptogênese no hipocampo, bem como a angiogênese em outras áreas do cérebro (LAUENROTH *et al.*, 2016). Além disso, bloqueando-se experimentalmente a sinalização nessas vias há a cessação ou a atenuação dos benefícios do exercício em vias celulares e moleculares relacionadas à cognição. Ao que parece as alterações na neurovasculatura precedem a neurogênese em roedores, portanto, as melhorias na cognição após o exercício

podem ser devidas, pelo menos em parte, ao aumento da neovascularização, o que, por sua vez, estimula a proliferação celular e a sobrevivência (STILLMAN *et al.*, 2016).

Figura 07. Modelo conceitual de mecanismo de atividade física em múltiplos níveis de análise. Ilustrando os diferentes níveis de modificações: celulares, estruturais/funcionais, comportamentais, socioemocionais decorrentes da prática de exercício físico que por sua vez influenciam no funcionamento cognitivo. Existem várias possibilidades de mediação e efeitos bidirecionais. Várias possibilidades são denotadas com setas pontilhadas



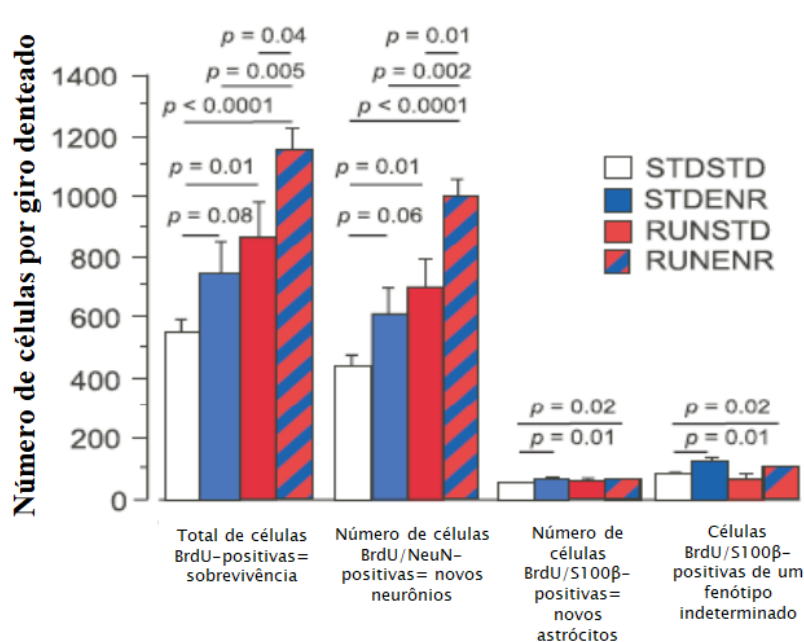
Fonte: Adaptado de STILLMAN *et al.*, 2016

Os trabalhos experimentais em roedores têm demonstrado que o exercício físico, assim como o ambiente enriquecido, promove neurogênese por diferentes mecanismos. Aparentemente o exercício físico estaria relacionado a efeitos proliferativos de células progenitoras, enquanto o ambiente enriquecido à sobrevivência neuronal (OLSON *et al.*, 2006).

Anteriormente demonstramos que um ambiente enriquecido contínuo empregado desde o início da vida em roedores, sendo reproduzido de modo a estimular a interação social e o exercício físico, utilizando gaiolas de dois níveis, onde o alimento era alternadamente colocado na parte superior e inferior com o intuito de estimular o deslocamento, além de serem equipadas com cordas, pontes de vara, túneis, rodas de correr e brinquedos de diferentes materiais alternados periodicamente induziu melhorias nas tarefas de memória espacial no labirinto de água de Morris e na memória episódica, ao passo que os ratos mantidos em gaiolas empobrecidas perderam essas habilidades. É digno de nota que tanto o grupo de ratos jovens quanto o grupo de ratos velhos foram beneficiados pelo ambiente enriquecido, o que sugere que um enriquecimento ambiental complexo, com estímulos sensoriais, cognitivos e sociais aprimorados pode proteger contra o declínio cognitivo patológico e declínio cognitivo decorrente do envelhecimento (DINIZ *et al.*, 2010).

Um estudo realizado por Fabel e colaboradores (2009) investigou se uma combinação sequencial de exercício e ambiente enriquecido não traria efeitos adicionais distintos do uso de estimulação única. Os grupos foram divididos em grupo controle (STDSTD), grupo ambiente enriquecido (STDENR), grupo exercício (RUNSTD), grupo exercício seguido de ambiente enriquecido (RUNENR). Os resultados demonstraram maior neurogênese hipocampal, assim como maior sobrevivência neuronal, em um grupo de camundongos que foi submetido a exercício seguido de ambiente enriquecido em comparação aos grupos de estimulação única.

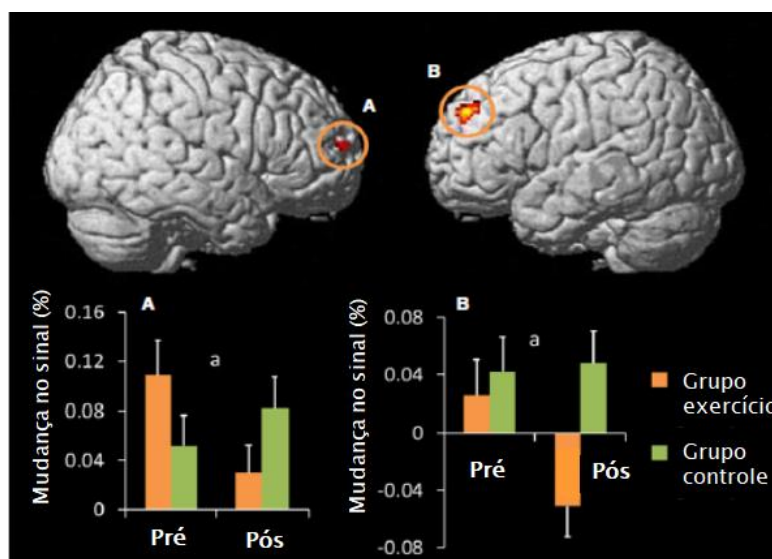
Figura 08. No grupo RUNSTD observou-se maior número de células marcadas com BrdU, bem como novos neurônios em comparação com STDSTD. O grupo RUNENR resultou em aumento adicional no número de células positivas para BrdU e neurônios pós mitóticos. Portanto, os efeitos do exercício físico e o enriquecimento ambiental na neurogênese do hipocampo parecem ter sido aditivos.



Fonte: Adaptado de FABEL *et al.*, 2009

Do ponto de vista neurofuncional, Nishiguchi e colaboradores (2015) demonstraram que após um protocolo de 12 semanas que incluía exercício multimodal com dupla tarefa e caminhada em idosos da comunidade, houve melhorias na memória, função executiva e diminuição da ativação de áreas cerebrais associadas à memória visual de curto prazo, sugerindo que o protocolo induz um aumento da eficiência neural.

Figura 09. Córtex pré-frontal bilateral apresentando diminuição da ativação associada à memória visual de curto prazo após a intervenção. As mudanças de sinal nessas regiões mostraram interações intergrupos significativas. As diferenças médias entre os grupos e os erros padrão são mostrados. (A) Direita e (B) esquerda do giro frontal superior.



Fonte: Adaptado de NISHIGUCHI *et al.*, 2015

Outro estudo encontrou ativação adicional de áreas no cerebelo ao realizar dupla tarefa em comparação a uma única tarefa (WU *et al.*, 2013). Entretanto a literatura ainda permanece controversa sobre esses resultados (PAPEGAAIJ *et al.*, 2017), possivelmente sendo atribuídas a diferenças metodológicas, limitações na resolução da imagem, diferenças nos paradigmas comportamentais e diferenças no nível de desempenho dos participantes em estudos anteriores (WATANABE *et al.*, 2017).

O fato é que há poucos estudos investigando os efeitos de exercício em dupla tarefa no envelhecimento sendo necessários ampliá-los para compreendermos melhor as bases conceituais que medeiam a relação entre os protocolos empregados e suas relações com cognição e funcionalidade. Revisão sistemática recente sugere como características ótimas de um protocolo de intervenção utilizando exercícios de treinamento multimodal de intensidade moderada, que incluam tarefas secundárias envolvendo respostas funcionais a pistas sensoriais (TAIT *et al.*, 2017). Tais características sugeridas tem fundamento no fato de que no envelhecimento há declínios da massa muscular, diminuição de força e de aptidão cardiorrespiratória, trazendo prejuízos na capacidade para realizar atividades diárias e para manter-se funcionalmente independente (CADORE *et al.*, 2013) é preciso definir-se quais as estratégias de treinamento físico mais eficientes em melhorar tais limitações. Sugere-se que adicionar mais de um componente de condicionamento físico (força, resistência, coordenação

ou equilíbrio), os chamados exercícios multicomponentes ou multimodais, parecem ser mais eficientes em melhorar as funções neuromusculares e a capacidade funcional de idosos do que o treinamento envolvendo apenas um tipo de exercício. Sabe-se que os programas de treinamento resistido são recomendados para melhorar a função neuromuscular, os programas de exercícios de resistência para melhorar a função cardiovascular e o treinamento de equilíbrio, contribui para melhorar o desempenho de tal função. Coerente com o corpo de evidências disponíveis, seria útil utilizar diferentes estímulos, que, com finalidades distintas, melhorem o ganho de força muscular, função cardiovascular, marcha e equilíbrio a fim de promover aumento na independência e na capacidade de realizar atividades diárias (CADORE *et al.*, 2013; CADORE *et al.*, 2013).

1.3 Instrumentos para avaliação cognitiva

Atualmente os testes mais utilizados em protocolos de investigação e também na prática clínica têm sido os chamados testes tradicionais ou testes de “papel e caneta”, a exemplo do mini exame do estado mental (WESNES, 2014). Em alternativa aos testes convencionais, os testes computadorizados ou automatizados têm ganhado notoriedade na literatura nos últimos anos. Embora ainda consideravelmente menos utilizados na prática clínica e em pesquisas, os testes automatizados podem oferecer potenciais vantagens em relação aos testes tradicionais. Dentre elas destacam-se a minimização dos efeitos solo e teto, aplicação em um formato padronizado, maior precisão de registro e velocidade de resposta com um nível de sensibilidade normalmente fora do alcance das administrações de testes com caneta e papel, menor compreensão de escalas, além de avaliar uma ampla gama de habilidades fora do escopo dos testes clássicos (WILD *et al.*, 2008).

Uma discussão frequente sobre a aplicação de testes convencionais e automatizados diz respeito a possíveis níveis de ansiedade e estresse desencadeados durante a avaliação nos participantes. Um estudo realizado em idosos mais velhos demonstrou que os participantes preferiram os testes automatizados, em detrimento dos testes convencionais, achando-os menos difíceis, menos estressantes e mais aceitáveis. Os avaliadores também classificaram os participantes como menos desconfortáveis diante dos testes automatizados em relação aos testes convencionais (COLLERTON *et al.*, 2007).

É importante considerar que os testes automatizados distinguem-se entre si e possuem características particulares que podem oferecer mais ou menos vantagens (WILD *et al.*, 2008). A Bateria de testes CANTAB tem sido a mais replicada (DE JAGER *et al.*, 2002) e além de possuir as vantagens descritas acima, também é projetada para ser visualmente atraente e

interessante, possuindo uma ferramenta de “*feedback*” positivo semelhante a de jogos, o que favorece a manutenção da motivação. Outra característica importante da CANTAB é que nesta bateria são empregados estímulos não verbais, tendo, portanto, mínima interferência do avaliador (SAHAKIAN *et al.*, 1992) podendo ser empregado em escala internacional e transcultural, por circunscrever os problemas impostos pela barreira da língua.

Acrescenta-se a esses achados evidências crescentes que têm demonstrado que a bateria CANTAB parece ser uma ferramenta mais sensível e precisa em detectar alterações cognitivas do que os testes convencionais como mini exame do estado mental e bateria de testes *Cambridge Cognitive Examination* (DE JAGER., 2002). Previamente demonstramos em estudo exploratório através de análise multivariada que os subtestes da bateria CANTAB foram melhores em discriminar os desempenhos de aprendizado e memória em relação aos testes de linguagem de fluência verbal, detectando diferenças sutis, mas significativas entre os sujeitos (SOARES *et al.*, 2014).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar a influência de um programa de intervenção composto por exercício físico e estimulação cognitiva em dupla tarefa no desempenho cognitivo e físico de idosos saudáveis.

2.2 Objetivos Específicos

Investigar a influência do protocolo de intervenção proposto no desempenho em dupla tarefa.

Analisar a influência do protocolo de intervenção na mobilidade funcional e condicionamento cardiorrespiratório.

Analisar a influência do protocolo de intervenção na força muscular de membros inferiores e força de preensão manual.

Analisar a influência do protocolo de intervenção na qualidade de vida dos participantes.

Analisar a existência de correlações entre desempenho físico e desempenho cognitivo.

Analisar a existência de correlações entre desempenho físico e desempenho cognitivo com a qualidade de vida.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de intervenção longitudinal analítico, desenvolvido no Laboratório de Investigações em Neurodegeneração e Infecção da Universidade Federal do Pará. O trabalho em questão foi aprovado no comitê de ética em pesquisa do Hospital Universitário João de Barros Barreto sob protocolo nº 858.134/14 (Anexo 1) e segue as recomendações estabelecidas para pesquisas com humanos.

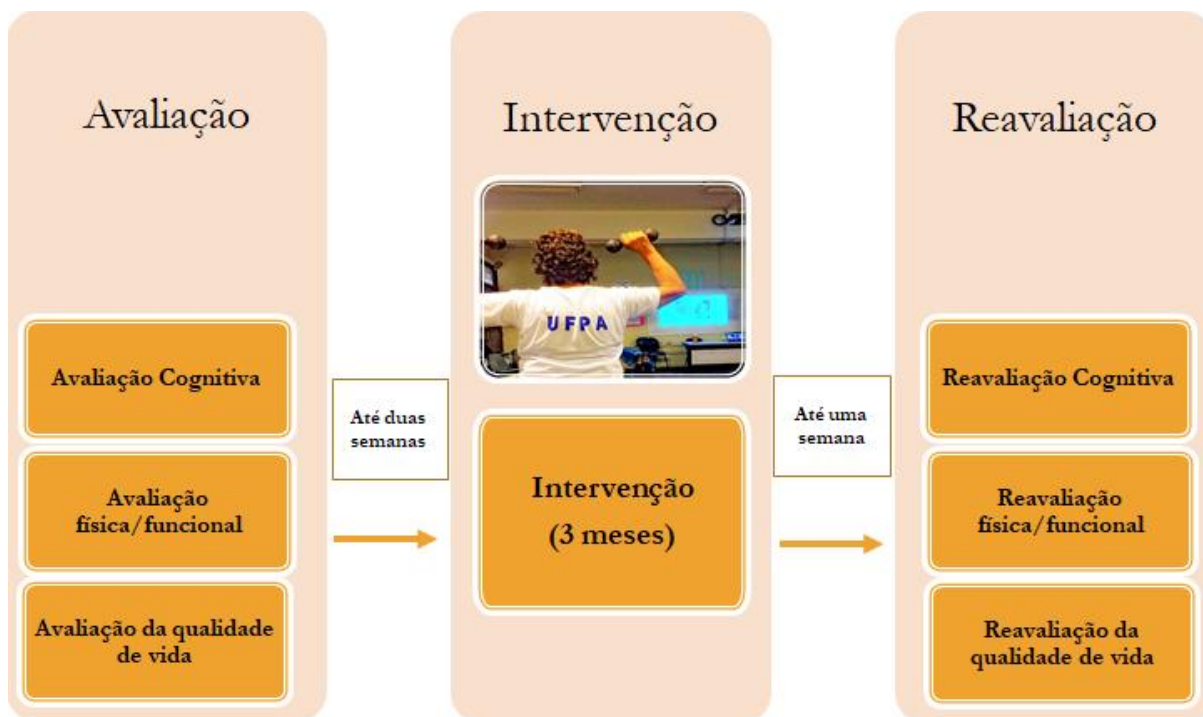
3.1.1 Participantes

Indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 60 anos participaram do estudo. Os voluntários foram considerados cognitivamente saudáveis de acordo com a pontuação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM), ajustada segundo o nível educacional (BERTOLUCCI *et al.*, 1994).

Para serem incluídos na pesquisa, além de desempenho dentro dos padrões de normalidade no MEEM, os participantes não poderiam referir histórico de trauma cranioencefálico, acidente vascular encefálico ou depressão e deveriam estar sem praticar exercício físico de forma regular e sistemática há no mínimo seis meses. A presença de sinais depressivos foi avaliada pela Escala de Depressão Geriátrica e Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – 5ª Edição. Além disso, era necessário que os participantes tivessem acuidade visual mínima de 20/30 (Teste de Snellen). O recrutamento ocorreu em uma comunidade da Cidade de Belém e na Universidade da Terceira Idade pertencente à Universidade Federal do Pará, nas quais os idosos foram convidados a participar voluntariamente da pesquisa (Anexo 2).

Ao todo três grupos foram formados ao longo da pesquisa, dois foram realizados na Universidade da terceira idade- UFPA. Considerando triagem, avaliação, intervenção e reavaliação os grupos ocorreram durante os períodos de 09/2016 a 12/2016 e 04/2017 a 07/2017, ambos pela manhã. O terceiro grupo foi formado em uma comunidade da cidade de Belém, durante o período de 04/2017 a 07/2017 pela tarde. Para avaliar os possíveis efeitos do programa de intervenção todos os participantes realizaram uma bateria de testes cognitivos e físicos, além de um questionário de qualidade de vida antes e após a intervenção. A sequência metodológica está ilustrada na figura 10.

Figura 10. Sequência dos procedimentos realizados durante a pesquisa



3.2 Avaliação cognitiva

Foram utilizados testes automatizados da bateria CANTAB, além de testes tradicionais de papel e caneta (Mini exame do estado mental e testes da bateria CERAD). Os instrumentos e a ordem de aplicação são descritos a seguir: (1) Mini exame do estado mental (BRUCKI *et al.*, 2003), (2) testes da bateria CERAD: memória da lista de palavras, evocação da lista de palavras, reconhecimento da lista de palavras, (3) fluência verbal semântica e fonológica (BERTOLUCCI *et al.*, 2001) e (4) cinco subtestes da bateria de testes neuropsicológicos automatizados-CANTAB.

Importante destacar que os avaliadores passaram por treinamento prévio para padronização da aplicação dos instrumentos. A avaliação cognitiva ocorreu antes da avaliação física. Os testes e protocolos estão descritos a seguir.

3.2.1 Mini Exame do Estado Mental

O MEEM é o teste de rastreio de alterações cognitivas mais utilizado no mundo e possui fácil aplicabilidade. É dividido em sete categorias: orientação temporal; orientação espacial; memória imediata; atenção e cálculo; memória de evocação, linguagem e capacidade construtiva visual. Sua pontuação é o resultado da soma dos pontos de todas as categorias,

totalizando 30 pontos, sendo as maiores pontuações indicativas de melhor desempenho (Anexo 3).

Para a aplicação do teste adotou-se o protocolo segundo Bruckly e colaboradores (2003) e considerou-se como valores de referências os pontos de corte ajustado segundo o nível educacional estabelecido por Bertolucci (1994), a saber: analfabetos ≥ 13 pontos; 1-7 anos de escolaridade ≥ 18 pontos; ≥ 8 anos de escolaridade, ≥ 26 pontos. O Mini Exame do estado mental não foi utilizado para análise de desempenho pré- e pós-intervenção, apenas como ferramenta de triagem para inclusão dos participantes na pesquisa.

3.2.2 Testes da Bateria CERAD

O Consórcio para estabelecer um registro para doença de Alzheimer (CERAD) foi financiado pelo Instituto Nacional de Envelhecimento em 1986 com o intuito de desenvolver medidas padronizadas e validadas para identificar as primeiras alterações da doença de Alzheimer. A Bateria divide-se em medidas de avaliação clínica, neuropsicológica, neuropatológica e comportamental, além da avaliação da história familiar. Os testes da bateria neuropsicológica incluem: Fluência verbal, Nomeação de Boston (15 itens), Exame do mini exame do estado mental, Praxia construtiva, Praxia construtiva (recordação), Aprendizado da lista de palavras, Recuperação da lista de palavras e Reconhecimento da lista de palavras (FILLNBAUM *et al.*, 2010). Atualmente a CERAD tem sido amplamente utilizada como ferramenta de rastreio de declínio cognitivo e demência (SOTANIEMI *et al.*, 2012).

A fim de avaliar linguagem e memória episódica verbal, adotou-se como medidas avaliativas a Fluência verbal semântica e fonológica, Aprendizado da lista de palavras, Recuperação da lista de palavras e Reconhecimento da lista de palavras (Anexo 4). Os testes foram aplicados de acordo com o protocolo de Bertolucci e colaboradores (1998).

Na Lista de palavras o avaliador lia em voz alta uma lista com 10 palavras a um ritmo de 2 segundos por item. Após a leitura solicitava-se ao participante a evocação imediata dos itens lidos por um período máximo de 90 segundos. Este procedimento era repetido mais duas vezes. A pontuação foi dada pela soma das três tentativas. Após cinco minutos o avaliador solicitava novamente as palavras, por um período máximo de 90 segundos. A pontuação máxima obtida era de 10 pontos (Evocação da Lista de palavras). Em seguida o avaliador lia em voz alta as 10 palavras já lidas anteriormente em meio a 10 distratores e o participante deveria reconhecer quais palavras estavam na lista já apresentada anteriormente. Cada "sim" e "não" corretos equivalia a um ponto, totalizando 20 pontos. O escore final foi calculado subtraindo-se 10 do número de respostas corretas, evitando o efeito de acerto ao acaso.

Portanto, o escore máximo final desse teste é 10 pontos (Reconhecimento da lista de palavras) (BERTOLUCCI *et al.*, 1998).

A fluência verbal foi avaliada em duas categorias: semântica e fonológica. Na fluência verbal semântica (FVS) o avaliador solicitava ao participante que em um período de um minuto falasse todos os animais que conseguisse lembrar. O mesmo procedimento foi realizado com frutas. Em seguida avaliou-se a fluência verbal fonológica onde solicitou-se o máximo de palavras iniciadas com o som de A, na sequência seguiu-se o mesmo procedimento com a letra F. Todos os testes de fluência verbal foram gravados para posterior contabilização das palavras mencionadas (BERTOLUCCI *et al.*, 1998).

3.2.3 Testes automatizados da Bateria CANTAB

Dentre os testes automatizados a CANTAB tem sido a mais replicada, e tem ganhado importância como instrumento avaliativo, uma vez que tem demonstrado sensibilidade, especificidade e precisão na detecção de alterações cognitivas sutis (SAHAKIAN *et al.*, 1992; DE JAGER *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2014). Esta ferramenta possibilita a avaliação de uma ampla gama de habilidades cognitivas, de modo que pode-se compor uma bateria de avaliação para um grupo de pacientes em particular. A Bateria de testes CANTAB concentra-se em três domínios cognitivos: memória de trabalho e planejamento, atenção e memória visuoespacial. No trabalho em questão foram utilizados quatro testes para avaliação de declínio cognitivo e doença de Alzheimer: 1) Triagem Motora (Motor Screening – MOT); 2) Processamento Rápido de Informação Visual (Rapid Visual Information Processing – RVP 3) Aprendizado Associativo Pareado (Paired Associates Learning – PAL); 4) Pareamento com atraso (*Delayed Matching to Sample* – DMS).

Todos os testes da bateria CANTAB foram administrados de acordo com o protocolo de aplicação descrito no manual de instruções do software *CANTAB eclipse Teste Administration Guide* (CAMBRIDGE COGNITION, 2006).

Para execução dos testes utilizou-se tela sensível ao toque (Dell Flat Panel Modelo N° E2014Tt, área diagonal de tela 49,41 cm, resolução máxima de 1600 x 900 pixels em 60 Hz) e no teste de Processamento rápido de informação visual (RVP) também se utilizou um *mouse* adaptado, *prass pad*. Todos os testes aplicados, assim como as respectivas funções avaliadas e os protocolos estão descritos e ilustrados a seguir.

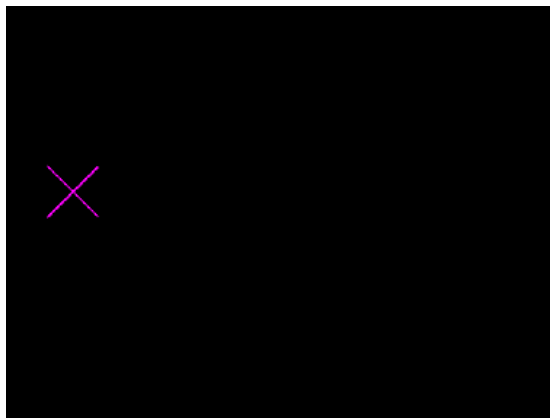
Figura 11. Ilustração do equipamento da bateria CANTAB



Fonte: <http://www.cambridgecognition.com/>

A Triagem motora (MOT) é um teste inicial com duração de 1 minuto, utilizado para familiarizar o participante com a tela sensível ao toque. Solicita-se ao voluntário que seja utilizada a mão dominante para realizar a tarefa. Todas as vezes que um x aparecer na tela o participante deve tocar no centro do x. Neste momento também é importante avaliar a capacidade geral do voluntário em compreender e completar tarefas, assim como identificar possíveis deficiências sensoriomotoras ou auditivas que possam afetar no desempenho dos testes subsequentes.

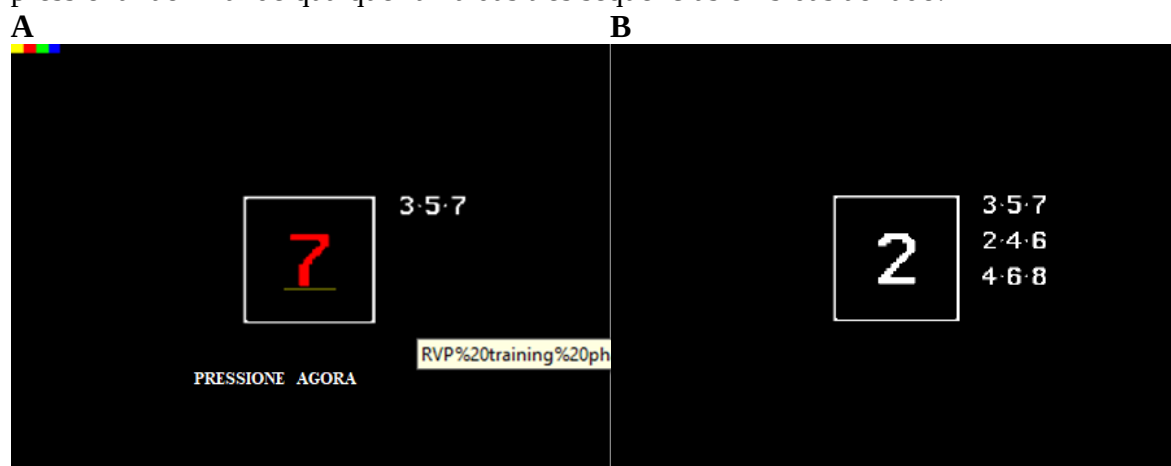
Figura 12. Teste de triagem motora –MOT.



Fonte: <http://www.cambridgecognition.com/>

O teste de Processamento Rápido de Informação Visual (RVP) dura aproximadamente 10 minutos e mensura a capacidade em manter a atenção visual sustentada. Em um painel quadrado central são exibidos vários números subsequentes e aleatórios. Na etapa inicial o voluntário é orientado a pressionar no *prass pad* apenas ao final de uma sequência numérica alvo (3-5-7). Inicialmente essa sequência vem destacada em vermelho e há estímulos visuais instruindo a pressionar no momento certo, esses facilitadores só se mantêm no início do primeiro estágio (Figura 13A). Na etapa seguinte o voluntário é orientado a pressionar o *prass pad* ao final de qualquer uma de três sequências alvo (3-5-7, 2-4-6 e 4-6-8) (Figura 13 B).

Figura 13. Processamento Rápido de Informação Visual - RVP. Em “A” o primeiro estágio com a sequência alvo ainda em destaque. Em “B” a etapa seguinte onde o avaliado deve pressionar ao final de qualquer uma das três sequências exibidas ao lado.



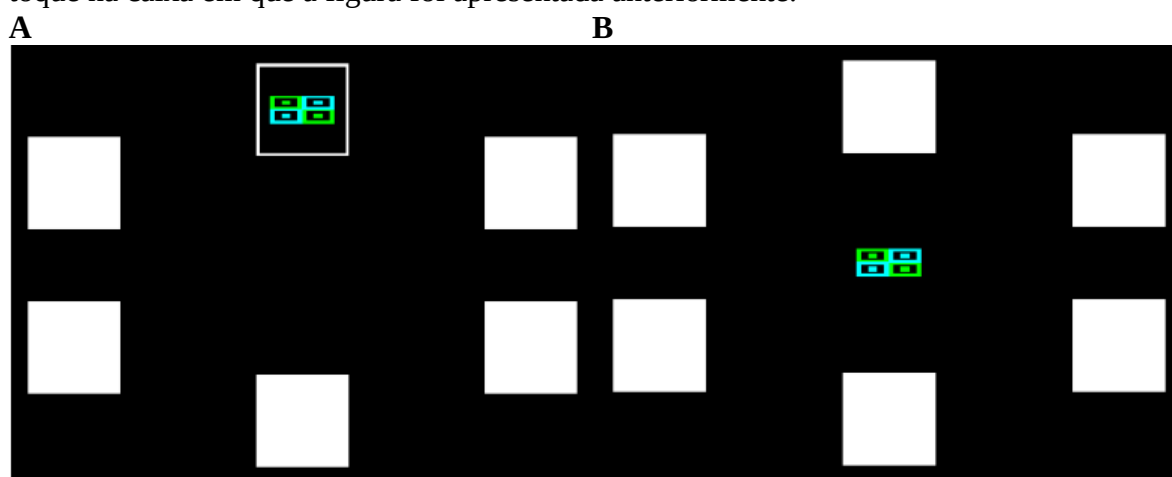
Fonte: <http://www.cambridgecognition.com/>

Como medidas de avaliação do desempenho no teste utilizaram-se o Total de rejeições corretas (*Total correct rejections*), que diz respeito ao número de estímulos que foram corretamente rejeitados, ou seja, o número de estímulos que não faziam parte de uma sequência alvo e não foram respondidos. Além da Média de latência (*Mean latency*) esta medida detalha o tempo médio de resposta e é relatado em milissegundos. Esta medida só inclui respostas corretas feitas na janela de resposta de 1800 milissegundos, a latência de resposta na tarefa RVP é um bom indicador de função atencional sustentada.

O Aprendizado Associativo Pareado (PAL) avalia o aprendizado e a memória visual e em média dura 8 minutos. Neste teste caixas brancas são exibidas em volta da tela e em ordem aleatória cada caixa abre-se para revelar se está vazia ou se contém uma figura padrão. Neste momento pede-se ao avaliado que memorize as figuras padrão em suas respectivas caixas. Em seguida as figuras padrão são exibidas uma por vez no centro da tela e o

voluntário deve tocar na caixa onde a figura foi exibida originalmente. Caso o voluntário erre, todas as figuras padrão são apresentadas novamente em suas respectivas localizações, sendo disponíveis 10 tentativas para cada etapa. As etapas iniciam com 2 figuras e aumentam para 3, 6 e por fim 8.

Figura 14. Teste de Aprendizagem Pareada (PAL). Em “A” a figura padrão é apresentada em sua respectiva caixa. Em “B” a mesma figura é apresentada ao centro para que o avaliado toque na caixa em que a figura foi apresentada anteriormente.

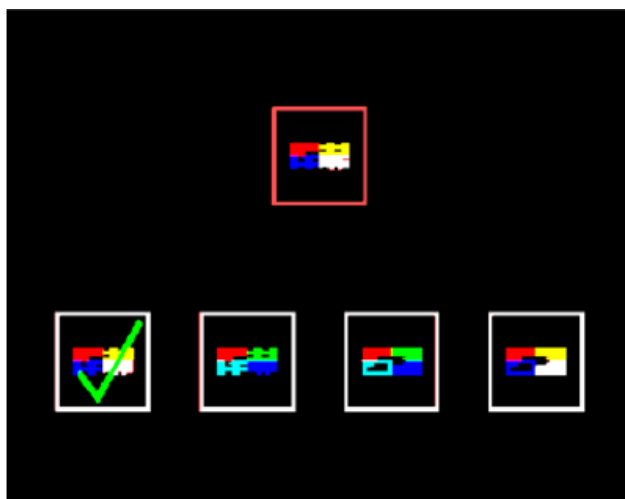


Fonte: <http://www.cambridgecognition.com/>

Pana analisar o desempenho no teste em questão utilizou-se como resultado o PAL Total de erros ajustados (*Total erros adjusted*), esta medida relata o número total de erros, com um ajuste para cada estágio não tentado por falha anterior. Outra medida adotada foi o PAL total de tentativas para o sucesso (*Total trial to success adjusted*), este resultado é calculado somando todas as tentativas realizadas para completar para localizar corretamente todas as figuras apresentadas segundo o número de etapas concluídas com sucesso.

O último teste aplicado, Pareamento com atraso (DMS), dura cerca de 8 minutos e avalia a presença de déficits perceptuais e de memória de reconhecimento de objetos de curto prazo em escolha para apresentação simultânea ou com atraso. É apresentado uma figura padrão complexa no centro da tela e o participante deve escolher qual opção dentre quatro apresentadas na parte inferior da tela é idêntica a figura padrão superior. A apresentação da figura padrão pode ocorrer de modo simultâneo ao das opções para a escolha ou ela pode ser ocultada após a exibição e ter um atraso de 0, 4 ou 12 segundos para serem apresentadas as opções.

Figura 15. Pareamento com atraso -DMS



Fonte: <http://www.cambridgecognition.com/>

Para análise dos resultados adotaram-se o DMS *Total correct all delays* (TC ALL), trata-se de uma medida que relata o número total de ensaios em que o sujeito selecionou o estímulo correto em sua primeira resposta quando o estímulo alvo e os três distratores foram apresentados após o estímulo ter sido ocultado, com atrasos de 0ms, 4000ms e 12000ms, e o DMS Total correto (*Total correct*) que informa o número de objetos corretamente identificados pelo sujeito.

3.3 Avaliação Física

Todos os participantes realizaram uma avaliação perimétrica (circunferência da cintura e circunferência do quadril) e avaliação do condicionamento cardiorrespiratório, mobilidade funcional, agilidade, força muscular de membros inferiores e força muscular de membros superiores por meio dos testes Teste de caminhada de 6 minutos (*Six-minute Walk Test*), Equilíbrio e Agilidade (*Time up go*), Teste de caminhar 6 metros, Sentar e levantar (*Chair Stand Test*) e Força de preensão manual (*Manual Grip*) respectivamente. O desempenho em dupla tarefa foi analisado através do teste Caminhando e conversando (*Walking wailing talking*) (HALL *et al.*, 2011). Antes de realizar o teste em dupla tarefa os participantes realizavam a caminhada sem a tarefa cognitiva (Tempo de caminhar 6 metros). Os testes e protocolos estão detalhados a seguir.

3.3.1 Avaliação perimétrica

A circunferência da cintura e do quadril tem sido relacionadas principalmente a obesidade central, que por sua vez está associada a níveis de inflamação subclínica aumentados (DE CARVALHO *et al.*, 2014). Sabendo que inflamação é a base para inúmeras doenças crônicas (PEDERSEN *et al.*, 2011) tais indicadores antropométricos são relevantes na prática clínica dada a praticidade de realizar tais avaliações.

Para a avaliação da perimetria utilizou-se fita antropométrica não flexível. Tomou-se como referência para a circunferência da cintura a cicatriz umbilical, e a região glútea de maior circunferência para a circunferência do quadril (AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE, 2006).

3.3.2 Avaliação do condicionamento cardiorrespiratório

Dado que para realizar as atividades de vida diária, como simplesmente caminhar, faz-se necessário ter um adequado nível de resistência aeróbica, adotou-se o Teste de caminhada 6 minutos (TC6) para avaliar o condicionamento cardiorrespiratório, de modo indireto, sendo também considerado um bom medidor de capacidade funcional. Trata-se de um teste submáximo de avaliação da capacidade aeróbica, de aplicabilidade simples e prática que requer um espaço com superfície rígida para realizar a caminhada, mas sem a necessidade de nenhum equipamento específico. Este teste mede a distância máxima que um paciente pode caminhar em uma superfície plana durante um período de 6 minutos (CRAPO *et al.*, 2002) e para sua realização seguiu-se as recomendações do American Thoracic Society (ATS, 2002). Utilizou-se como instrumentos cronômetro, fita métrica e marcadores para demarcar o espaço a ser realizado. Cada volta no percurso equivalia à 40 metros (espaço útil do local). O idoso foi orientado a percorrer a maior distância possível, respeitando seu ritmo, e podendo realizar alterações de velocidade ao longo do trajeto durante um intervalo de 6 minutos. Frases de incentivo padronizadas foram utilizadas no teste.

3.3.3 Avaliação do desempenho em dupla tarefa

Tendo em vista que o cotidiano é repleto de situações em que se necessita dividir a atenção, as chamadas dupla tarefas, é crítico incluir na avaliação funcional e de equilíbrio testes que mimetizem tais situações (SMITH *et al.*, 2016). Para tanto foi utilizado o teste de dupla tarefa Caminhando e conversando (*Walking While Talking Test*). De acordo com protocolo estabelecido por Hall (2011) os participantes foram instruídos a caminhar 6,1 metros, virar e voltar o mesmo percurso até o ponto de partida, na velocidade preferida,

simultaneamente deveriam evocar o máximo de palavras da categoria animal em um período de um minuto. Foi cronometrado o tempo em segundos para percorrer os seis metros e gravado o número de animais evocados (sem repetição) (HALL *et al.*, 2011). Utilizou-se como medida de resultado a velocidade média, para tal dividiu-se a distância (metros) percorrida pelo tempo (segundos) utilizado para desempenhar a dupla tarefa.

3.3.4 Avaliação da mobilidade funcional

O teste de equilíbrio e agilidade (EA) é utilizado para avaliar a agilidade, mobilidade funcional e o equilíbrio de idosos. Apresenta boa confiabilidade, uma vez que são utilizadas como parâmetro durações de parada-relógio ao invés de escalas de classificação que por sua vez estão sujeitas a subjetividade de interpretação do avaliador. Provavelmente o seu sucesso clínico também se deve ao sequenciamento de várias habilidades de mobilidade importante, como transições de virar e sentar-a-pé que exigem controle de equilíbrio, bem como a marcha direta (HORAK 2010). Além do que, trata-se de um teste prático e simples que não requer nenhum equipamento especial. Pode ser usado como ferramenta de triagem assim como para monitorar mudanças ao longo do tempo (PODSIADLO *et al.*, 1991).

Para a sua realização, o idoso foi posicionado sentado em uma cadeira, costas apoiadas no encosto da cadeira, joelhos, quadris e tornozelos posicionados flexionados a 90°, pés tocando o solo e alinhados ao quadril e mãos cruzadas sobre os ombros. Ajustes ergonômicos foram realizados quando necessário para garantir o posicionamento necessário. O idoso foi orientado a levantar-se da cadeira, caminhar a distância de 3 metros, virar, voltar para a cadeira e sentar-se novamente. O teste foi realizado duas vezes, após um período de descanso entre elas, e foi registrado o tempo, em segundos, para a execução da tarefa. Considerou-se para a análise o melhor desempenho dentre as duas tentativas (PODSIADLO *et al.*, 1991).

3.3.5 Avaliação da força muscular de membros inferiores

Força muscular de membros inferiores (MMII) tem sido bem estabelecida como o principal fator da manutenção da mobilidade funcional. Declínios de força muscular em MMII tem sido associado a pior desempenho em diversas habilidades, como caminhar, subir escadas, levantar de uma cadeira e equilibra-se (RIKLI *et al.*, 1999). Assim, utilizou-se o teste de sentar e levantar para mensurar a força muscular de membros inferiores. O procedimento ocorre em uma cadeira sem apoio para braços. O participante é orientado a ficar sentado com os pés apoiados no chão alinhados com joelho e quadril e braços cruzados sobre os ombros. Ao comando verbal do avaliador o voluntário deve levantar-se da cadeira sem o auxílio das

mãos e retornar a sentar na cadeira (equivalendo a uma repetição), repetindo este movimento, o maior número de vezes durante 30 segundos. Como parâmetro a ser analisado contabilizou-se o número de vezes que o participante sentou e levantou da cadeira no período de 30 segundos (RIKLI *et al.*, 1999).

3.3.6 Avaliação da força muscular de membros superiores

O teste de preensão manual avalia a força muscular de membros superiores. Baixa força de preensão manual tem sido associada a altas taxas de mortalidade e morbidade. Além de ser um componente fundamental da caracterização de sarcopenia e de fragilidade em idosos (DODDS *et al.*, 2016). Para realização do teste utilizou-se dinamômetro (Jamar®). O participante foi orientado a ficar sentado em uma cadeira, com os ombros posicionados em posição neutra, uma das mãos apoiadas na coxa enquanto o cotovelo do membro a ser medido deve ser mantido em 90°, com o antebraço em rotação neutra. O período de recuperação entre as medidas estabelecido foi de aproximadamente 1min. Após três preensões manuais considerava-se para análise a melhor das três tentativas (GERALDES *et al.*, 2008).

3.4 Avaliação da qualidade de vida

Finalmente com a intenção de analisar as possíveis influências da intervenção proposta sobre a qualidade de vida dos participantes empregou-se questionário de qualidade de vida SF36 (*36-Item Short Form Survey*). O SF-36 trata-se de um instrumento multidimensional amplamente validado de qualidade de vida, saúde funcional e bem-estar (CICONELLI E COLABORADORES 1999). O questionário é composto por 36 itens, subdivididos em 8 escalas ou domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. Apresenta um escore final de 0 (zero) à 100, onde o 0 corresponde pior estado geral de saúde e o 100 corresponde o melhor estado de saúde (CINCONELLI *et al.*, 1999). Anteriormente estudo realizado com número amostral expressivo, demonstrou que o SF-36 é um instrumento prático e válido de qualidade de vida em adultos idosos da comunidade (WALTERS *et al.*, 2001) (Anexo 05).

3.5 Programa de treinamento

O programa de intervenção ocorreu duas vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 24 oficinas. Os grupos formados para participar do programa de intervenção tinham no máximo 15 participantes. Foram incluídos no estudo apenas os indivíduos que apresentaram no mínimo 75% de participação. Cada sessão de treinamento abrangeu

aquecimento (10 minutos), exercício aeróbico (30 minutos), exercício resistido (30 minutos) e alongamento (5 minutos). Em todas as sessões os participantes tinham a frequência cardíaca monitorada com frequencímetro (Polar Ft 1) para garantir a realização do exercício dentro da faixa de frequência cardíaca compatível com o treino de intensidade moderada (60% - 70% da FC máxima estimada a partir da fórmula de Karvonen). O frequencímetro de cada participante foi programado para emitir sinal sonoro sempre que o participante saísse dos limites superior ou inferior da faixa de treinamento cardiovascular programada, indicando a necessidade de ajustes da atividade em andamento.

O período de aquecimento foi realizado com atividades de aquecimento ativo, sendo realizadas caminhadas em diferentes velocidades associadas a movimentos de membros superiores, dinâmicas com música, competição em estafetas. Dois padrões de treinamento aeróbico foram realizados de modo alternado: 1) uma sessão era composta de caminhadas associadas a circuitos que envolviam exercícios de agilidade (zig-zag entre cones, transportar pesos de um extremo a outro), equilíbrio (marcha em diferentes superfícies, apoio unipodal), coordenação (acertar bola no arco, caminhar passando a bola por baixo das pernas) e marcha 2) na outra sessão os participantes eram apresentados a um ritmo e coreografia que seriam retomados na semana seguinte. Procurou-se escolher músicas dinâmicas e de interesse pessoal dos participantes, de modo a adicionar um componente motivador e de prazer à atividade. O treinamento resistido priorizou exercícios globais, a exemplo do agachamento e supino. A periodização foi definida de acordo com recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte, sendo realizadas modificações no número de repetições a cada duas semanas de treino. Iniciou-se com 3 séries de 10 repetições, seguida por 3 séries de 15 repetições e 3 séries de 10 repetições com aumento da sobrecarga (GARBER *et al.*, 2011), na oficina 12 havia a troca de treino e repetia-se a periodização anterior até a oficina 24. É importante ressaltar que os exercícios eram realizados simultaneamente a tarefas cognitivas, detalhadas na tabela 01.

Tabela 01. Programa de estimulação física, multissensorial e cognitiva empregado na presente dissertação.

Oficinas	Estímulo	Atividades cognitivas simultâneas ao exercício
1ª e 10ª	Discurso	O grupo era estimulado a falar os dias da semana, meses do ano e o alfabeto em ordem direta e inversa.
1ª	Memória de longo prazo	A partir de palavras sorteadas os participantes lembravam e cantavam músicas.
2ª	Memória de curto prazo	A cada início de circuito do exercício físico, sequências de palavras (lugares, animais, objetos) eram ditas pelo avaliador,

2 ^a e 11 ^a 4 ^a	Memória operacional Raciocínio	que eram solicitadas a serem reproduzidas ao final do circuito. Cálculos simples (aritméticos). Os idosos eram instigados a deduzirem uma palavra oculta no quadro, havia dicas.
15 ^a	Atenção	O avaliador lia notícias e em seguida questionava o grupo sobre as informações lidas.
9 ^a e 21 ^a	Memória de curto prazo Memória de longo prazo e autobiográfica	Diante de estímulos visuais e auditivos (projeção de fotos e músicas de cantores antigos), o grupo era incentivado a identificar o cantor, nome da música, e a relatar experiências pessoais.
6 ^a e 10 ^a	Atenção, Tomada de decisão	Cada estímulo sonoro (um apito, dois apitos, aplauso) era associado a uma sequência de tarefas motoras específica.
6 ^a e 14 ^a	Memória de curto prazo Atenção	Um participante iniciava uma sequência de compras de produtos “Fui à feira e comprei maçã...” em seguida outro participante repetia a compra anterior e sugeria uma nova, até que todos do grupo tivessem contribuído.
5 ^a e 12 ^a 8 ^a , 13 ^a e 16 ^a	Discurso Estímulo visual, Inibição, Velocidade de processamento	Narração e criação de histórias Stroop Teste
8 ^a	Estímulo visual, Atenção, Tomada de decisão	Flanker Teste
17 ^a	Música, Atenção, Memória de curto prazo	Após audição de música o grupo era estimulado a identificar através da projeção de imagens os objetos contidos na música (Havia imagens confundidoras).
18 ^a	Memória de curto e longo prazo.	Datas comemorativas eram ditas no início de cada circuito de exercício físico e solicitadas a serem reproduzidas ao final.
18 ^a e 23 ^a 7 ^a e 19 ^a	Expressão Facial Raciocínio	Identificação das emoções nas imagens apresentadas. Um participante sorteava uma palavra, em seguida dava dicas ao grupo para que deduzissem a palavra sorteada.
14 ^a e 20 ^a	Estímulo olfativo, Memória de longo e curto prazo	Estímulos olfativos eram apresentados em uma determinada sequência no início de cada circuito de exercício físico, e posteriormente durante a caminhada solicitava-se a identificação e a sequência dos odores apresentados.
20 ^a 22 ^a	Aprendizagem e Memória Atenção sustentada	Jogo de memória visual com grau crescente de dificuldade. O grupo era exposto a um som padrão, que quando substituído por um estímulo sonoro pré-estabelecido no início da oficina, a tarefa motora deveria ser trocada. (Havia sons confundidores)
3 ^a e 24 ^a 12 oficinas	Fluência Semântica e Fonológica Dança	O grupo era estimulado a lembrar de palavras a partir de uma determinada categoria ou fonema. O grupo era apresentado a uma coreografia nova a cada semana que se repetia na seguinte.

3.5.1 Estimulação em dupla tarefa

Todas as oficinas foram realizadas de modo que o exercício físico e o estímulo cognitivo ocorressem de modo simultâneo, de tal forma que ao realizar o movimento físico, o participante também realizasse atividades que criassem demanda para ativação de pelo menos uma das funções cognitivas de interesse. As características do exercício físico, estímulos

empregados e as funções cognitivas estimuladas em cada sessão estão descritos na seção anterior (3.5).

Diferentes estratégias foram usadas para promover as oficinas dentro do paradigma da dupla tarefa. Qualquer que fosse a estratégia adotada, ao início de cada oficina os participantes eram instruídos sobre o funcionamento das tarefas cognitivas e físicas a serem desenvolvidas naquela sessão. A seguir, exemplos ilustrativos do funcionamento das oficinas são descritos.

No padrão de treinamento aeróbico utilizando a dança, o estímulo secundário ao treinamento físico era a apresentação da coreografia que deveria ser executada e, além da memorização da sequência coreográfica, aprendizado motor dos passos, enquadramento ao ritmo da música, o participante era solicitado a memorizar a coreografia que seria retomada na semana seguinte.

No padrão de treinamento aeróbico com circuitos o estímulo secundário frequentemente envolvia troca ou memorização de sequências de tarefas motoras do próprio circuito (tarefas de agilidade, equilíbrio, coordenação) de acordo com estímulo sonoro específico (oficinas 6, 10 e 22). Por exemplo, na oficina 22, os participantes iniciavam realizando uma determinada tarefa motora sob estímulo de uma música padrão, sendo orientados que, diante de estímulos sonoros de animais, a tarefa motora deveria ser trocada para a próxima tarefa do circuito. Como estímulo adicional, foram introduzidos sons confundidores, aos quais o idoso deveria manter a tarefa original, sem trocar. O intuito era estimular a resposta funcional (troca de tarefas), frente aos estímulos sensoriais específicos (sons), além do que esta atividade requeria que o grupo mantivesse atenção sustentada durante toda a prática.

Outras vezes as oficinas eram organizadas de modo que os participantes alternassem entre caminhada e circuito. Nestas oficinas comumente o grupo iniciava caminhando na velocidade suficiente para atingir a frequência cardíaca ótima, e subsequente a caminhada, o pesquisador recrutava os participantes em dupla (previamente estabelecidas no início do treino), uma por vez, para lhes apresentar sequências de palavras/ datas comemorativas/ estímulos olfativos que deveriam ser memorizados. Em seguida, a dupla iniciava as tarefas do circuito e ao concluir deveriam evocar os itens apresentados anteriormente (oficinas 2, 14, 18 e 20, ver Tabela 01). A intenção destas atividades era estimular a memória de curto prazo.

Outra estratégia empregada foi a de apresentar músicas associadas à projeção de imagens de seus intérpretes durante o treino resistido. O pesquisador responsável pela atividade incentivava o grupo a citar o nome do intérprete, o nome das músicas tocadas e

experiências pessoais que estivessem relacionadas (oficinas 9 e 21) ou os elementos que a música continha (oficina 17). Estas oficinas objetivavam estimular a memória de longo prazo e autobiográfica. Importante destacar que mesmo durante atividades como essas, os padrões de frequência cardíaca e ergonômicos para a prática do exercício físico foram monitorados pelo pesquisador principal e colaboradores. Atividades que estimulassem a linguagem também estavam presentes nas práticas do programa, a exemplo da fluência verbal semântica e fonológica (oficina 3 e 24), em que os participantes eram encorajados, um por vez, a falar uma palavra a partir de um fonema ou de uma categoria, de modo simultâneo a execução dos exercícios físicos.

Em outras oficinas, haviam estímulos visuais que eram realizados por meio de projeções com Datashow. Nestas oficinas os participantes eram posicionados durante os exercícios de maneira que pudessem visualizar as projeções. A título de exemplo, têm-se as oficinas que empregavam o *stroop* teste, em que nomes de cores eram apresentados ao grupo e que concomitantemente ao exercício, era solicitado que falassem a cor das palavras ao invés da leitura do significado semântico da palavra. O intuito era trabalhar a inibição a uma resposta automática (leitura do significado semântico da palavra) (oficinas de 8, 13 e 16).

3.6 Análise estatística

Realizou-se a busca (com base nos desvios) e exclusão de valores extremos antes da análise estatística dos dados. Para tanto utilizou-se o programa Bioestat versão 5.3. A análise da normalidade da distribuição das variáveis foi realizada através do teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, para investigar as possíveis diferenças entre a condição pré-intervenção e pós-intervenção, aplicou-se teste t student para amostras relacionadas (variáveis com distribuição normal) ou o teste Wilcoxon (variáveis com distribuição não-normal). utilizando software Prism (GraphPad Software, La Jolla, CA, EUA).

A busca por correlações entre as variáveis físicas, cognitivas e de qualidade de vida foi realizada através da análise de correlação de Pearson (variáveis com distribuição normal) ou correlação de Spearman (variáveis com distribuição não-normal). Primeiro buscou-se investigar correlações entre variações de desempenho. As variações de desempenho foram calculadas pela subtração dos valores da condição final (pós-intervenção) menos os valores da condição inicial (pré-intervenção). Essa variação foi transformada em percentual. Subsequente a esta etapa aplicou-se o teste de correlação de Pearson ou Spearman segundo a normalidade das amostras para investigar possíveis correlações entre as variações de desempenho das medidas do (1) físico e cognitivo, (2) qualidade de vida e físico e (3)

qualidade de vida e cognitivo. Outra análise realizada buscou correlações entre variáveis físicas, cognitivas e de qualidade de vida utilizando os mesmos testes estatísticos, porém limitada apenas aos valores obtidos na avaliação final.

Todos os valores são apresentados com média e erro padrão e adotou-se como indicador de significância estatística, para todas as análises, $p \leq 0,05$ (bicaudal).

4. Resultados

Inicialmente foram avaliados 37 idosos. Contudo um participante não iniciou por problemas de saúde, outros 6 desistiram durante o programa por motivos variados (viagem (1), baixa motivação (1), inadequação com horários das oficinas (2) e problemas de saúde (2)) e 2 foram excluídos para esta análise por não atingirem a frequência mínima estabelecida de 75% de participação nas oficinas.

Assim, 28 idosos de ambos os sexos com idade de 60 a 79 anos ($66,14 \pm 1,00$ anos de idade) compuseram o grupo analisado. As características do grupo estão descritas na tabela a seguir (tabela 02).

Tabela 02. Características básicas do grupo (n=28).

Idade (anos de idade)	66,14 $\pm$ 1,00
Sexo	23 M, 5H
Escolaridade (anos de estudo)	9,07 $\pm$ 0,73
Mini Exame do Estado Mental (Pontuação Total)	27,68 $\pm$ 0,35

Efeitos na função cognitiva

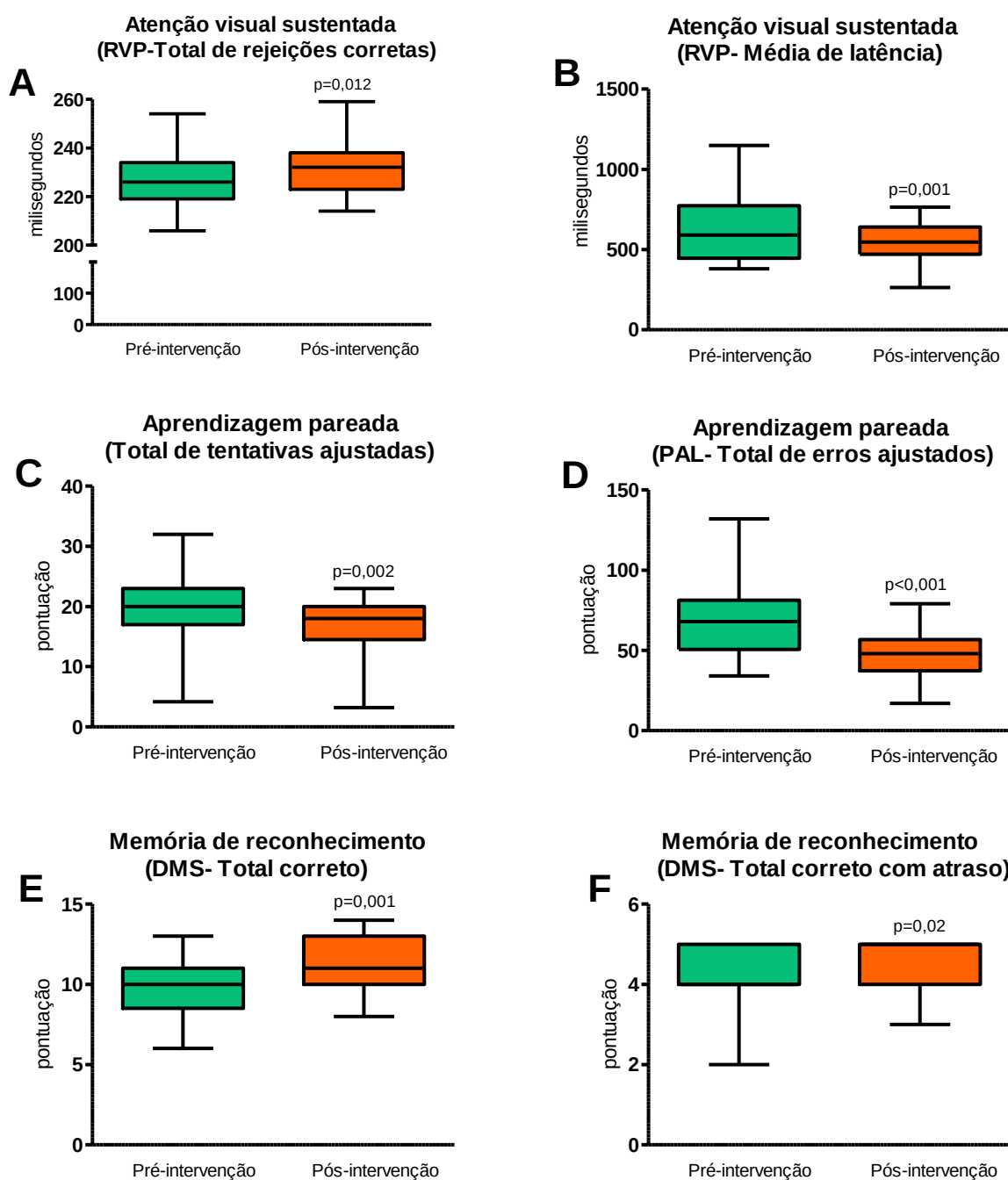
Para analisar a influência do protocolo proposto sobre a função cognitiva dos participantes, realizou-se a comparação da média do grupo segundo o desempenho obtido na avaliação inicial (pré-intervenção) e final (pós-intervenção), através dos testes da Bateria CANTAB e testes da Bateria CERAD.

Ao analisarmos apenas os resultados dos testes automatizados (CANTAB), estes revelaram melhorias significativas na atenção visual sustentada (RVP), aprendizagem (PAL) e memória de reconhecimento para padrões visuais em escolha simultânea e com atraso (DMS). Os benefícios encontrados na atenção visual sustentada foram demonstrados pela diminuição da média de tempo para responder corretamente ao estímulo (RVP ML, $p=0,009$), sendo esta medida apontada como um dos principais indicadores de melhora para esta função (Figura 16B). Além disso, também observou-se aumento do número de rejeições a sequências numéricas confundidoras, ou seja, sequências que não eram alvo e não foram respondidas (RVP TCR; $p=0,011$) (Figura 16A).

Na avaliação da aprendizagem e na memória de reconhecimento, houve maior número de medidas de resultado significativos nos testes que avaliavam estas funções. Os efeitos positivos sobre a aprendizagem foram observados pela diminuição significativa do número total de tentativas necessárias para localizar todos os padrões corretamente (PAL TTA;

$p=0,0026$) assim como pela redução de cerca de 30,3% do número total de erros (PAL TEA $p=0,0001$) (Figura 16C-D). Os benefícios na memória de reconhecimento (teste DMS) foram verificados pelo aumento do total de acertos (RVP TC; $p=0,0099$), bem como pelo aumento do total de acertos especificamente no reconhecimento em apresentação com atraso (RVP TC ALL; $p=0,0207$) (Figura 16E-F).

Figura 16. Desempenho do grupo nos testes da Bateria de testes automatizados CANTAB antes e após a intervenção.



Acima apresentamos os resultados dos testes do CANTAB especialmente recomendados para medida do declínio cognitivo senil, e portanto, maior comparabilidade com a literatura internacional (COGNITION, 2006; SAHAKIAN 1992). Todavia, outras variáveis de análise do desempenho em testes da bateria CANTAB foram analisadas e os resultados são apresentados na tabela 03.

O grupo também apresentou maior desempenho em linguagem e memória verbal após o programa de intervenção realizado (Figura 17A-D) (fluência verbal fonológica, $p=0,0015$; fluência verbal semântica, $p=0,0366$; CERAD: Lista de palavras, $p<0,0001$, Evocação de palavras, $p=0,034$). Todos os valores de média e erro padrão estão descritos na tabela 03.

Figura 17. Desempenho do grupo em linguagem e memória episódica verbal (testes Fluência verbal fonológica e semântica e CERAD).

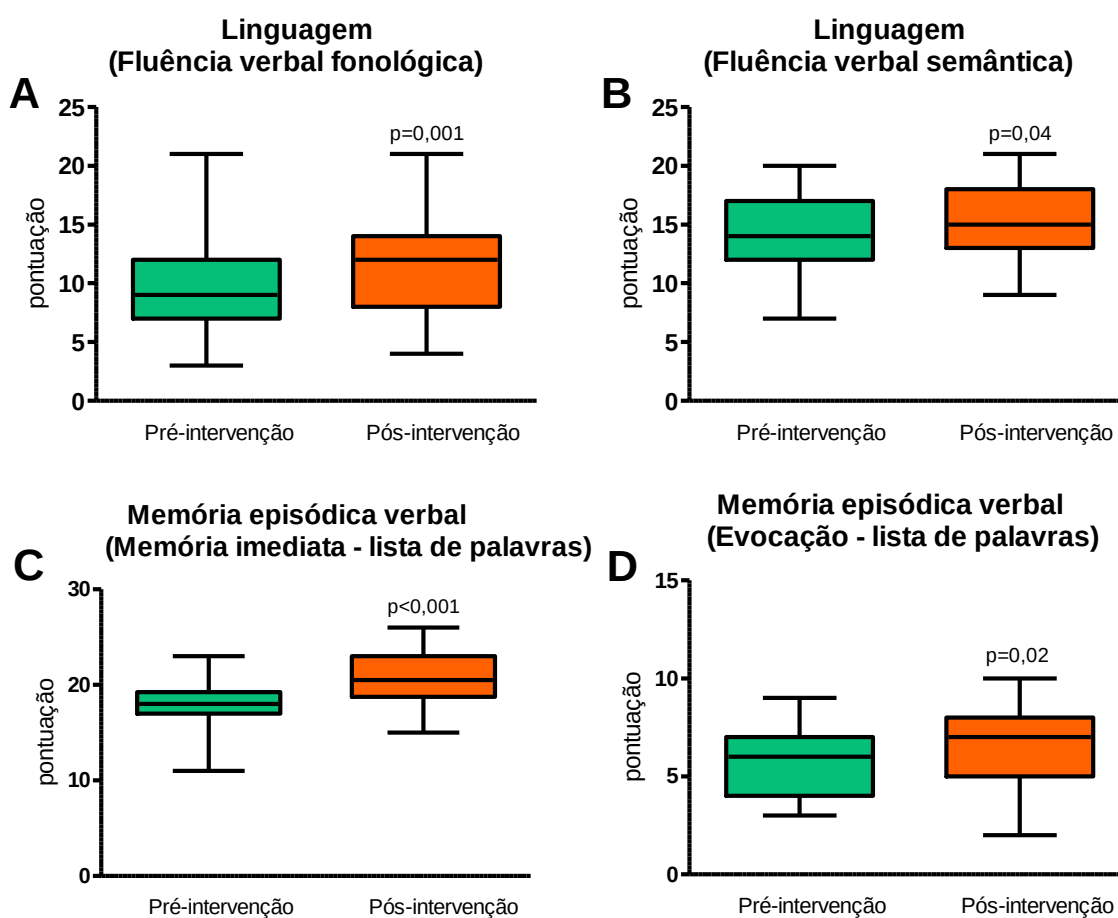


Tabela 03: Desempenho em testes cognitivos da bateria CANTAB: Atenção visual sustentada (RVP), Aprendizagem pareada (PAL), Memória de reconhecimento (DMS) e testes da bateria CERAD: Lista de palavras e Fluência verbal. Resultados descritos com média e erro padrão.

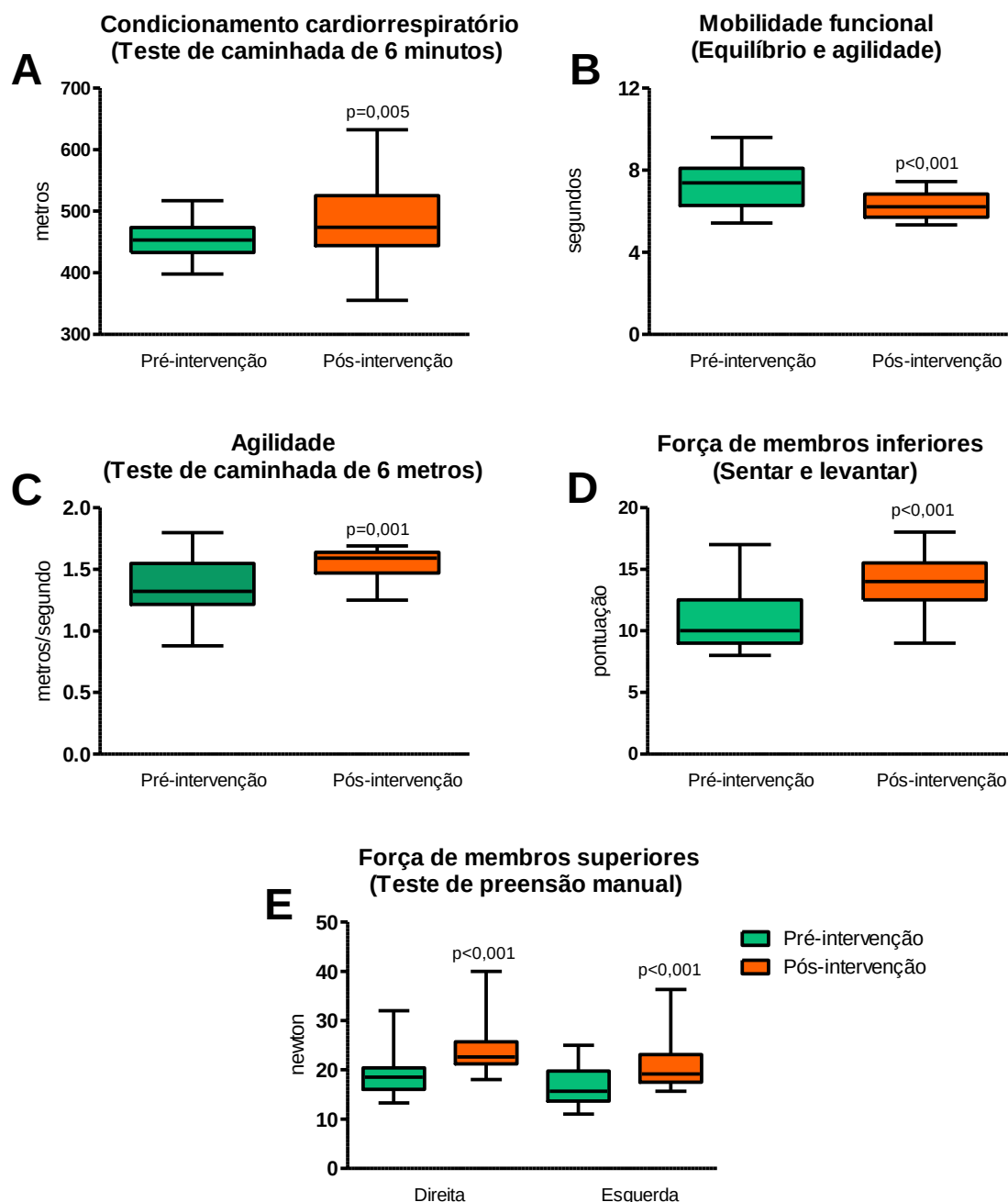
TESTES AUTOMATIZADOS - BATERIA CANTAB	Pré-inteção (Média ± EP)	Pós-inteção (Média ± EP)	p valor
Atenção visual sustentada			
RVP Probabilidade de falsos alarmes (pontuação)	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,0413
RVP Média de latência (milisegundos)	630 ± 39,32	542,17 ± 26,55	0,0099
RVP Total de rejeições corretas (pontuação)	227 ± 2,33	232,07 ± 1,84	0,0116
Aprendizado			
PAL Média de erros antes do sucesso (pontuação)	14,70 ± 0,94	11,39 ± 0,84	0,0005
PAL Média de tentativas antes do sucesso (pontuação)	4,83 ± 0,19	4,19 ± 0,19	0,014
PAL Número de pares encontrados com sucesso (pontuação)	6 ± 0,30	6,76 ± 0,19	0,0367
PAL Total de erros (pontuação)	57,33 ± 3,41	47,48 ± 2,88	0,0029
PAL Total de erros ajustados (pontuação)	68,15 ± 4,98	47,5 ± 3,00	0,0001
PAL Total de tentativas (pontuação)	18,77 ± 0,58	17,44 ± 0,59	0,0466
PAL Total de tentativas ajustadas (pontuação)	20,63 ± 0,79	17,81 ± 0,60	0,0026
Memória de reconhecimento para padrões visuais em escolha simultânea e com atraso			
DMS Erros (pontuação)	3,81 ± 0,45	2,96 ± 0,32	0,033
DMS Percentual correto (pontuação)	70,55 ± 1,96	77,22 ± 1,87	0,0099
DMS Percentual correto com todos os atrasos (pontuação)	65,92 ± 2,34	72,59 ± 2,36	0,042
DMS Probabilidade de erro após acerto (pontuação)	0,33 ± 0,02	0,23 ± 0,02	0,0059
DMS Total Correto (pontuação)	14,11 ± 0,39	15,44 ± 0,37	0,0099
DMS Total correto com todos os atrasos (pontuação)	10 ± 0,36	11 ± 0,36	0,0207
TESTES DA BATERIA CERAD			
Memória episódica verbal			
Lista de Palavras -Memória imediata (número de palavras)	17,65 ± 0,52	20,62 ± 0,61	0,0001
Lista de Palavras –Evocação (número de palavras)	5,92 ± 0,32	6,73 ± 0,34	0,034
Linguagem			
Fluência Verbal Fonológica (número de palavras)	9,79 ± 0,58	11,38 ± 0,53	0,0015
Fluência Verbal Semântica (número de palavras)	14,46 ± 0,45	15,46 ± 0,42	0,0366

Efeitos sobre a função física e funcionalidade

Quanto à influência da intervenção nos parâmetros físicos observou-se diminuição significativa de marcadores de risco cardiovascular como a circunferência da cintura (pré-intervenção: 95,67 ± 1,59; pós-intervenção: 92,52 ± 1,85 centímetros; p= 0,0009) e circunferência do quadril (pré-intervenção: 100,09 ± 1,62; pós-intervenção: 98,83 ± 1,64 centímetros; p=0,0154). Houve aumento na força de membros inferiores avaliada pelo teste

de sentar e levantar ($p=0,0001$), assim como aumento na força de membros superiores analisada pelo teste de preensão manual, tanto para o lado esquerdo, quanto direito (Figura 18D-E)(Esquerdo $p<0,0004$; Direito $p<0,0002$). Os participantes também melhoraram o desempenho funcional como indicado pelo aumento do condicionamento cardiorrespiratório (Teste de Caminhada de 6 minutos; $p=0,0045$), assim como aumentaram a mobilidade funcional registrada pelo menor tempo no teste de equilíbrio e agilidade ($p<0,0001$) e aumentaram a velocidade média no teste de caminhada de 6 metros ($p=0,001$) (figura 18A-C).

Figura18. Desempenho do grupo nos testes para avaliação da função física e funcionalidade (Caminhada de 6 minutos, Equilíbrio e Agilidade, Tempo de caminhar 6 metros e Força de preensão manual)



Ao analisar o desempenho dos participantes no teste de dupla tarefa observou-se melhor desempenho em dupla tarefa demonstrado pela maior velocidade média utilizada ($p=0,0022$) para executar a caminhada simultaneamente a fluência, ao passo que a fluência

verbal apresentou aumento sutil não significativo (pré-intervenção: $16,59 \pm 0,67$; pós-intervenção: $17,63 \pm 0,82$ pontos; $p=0,2242$) (figura 19).

Figura 19. Desempenho do grupo no Teste de dupla tarefa “Caminhando enquanto fala” (*Walk while Talk*).

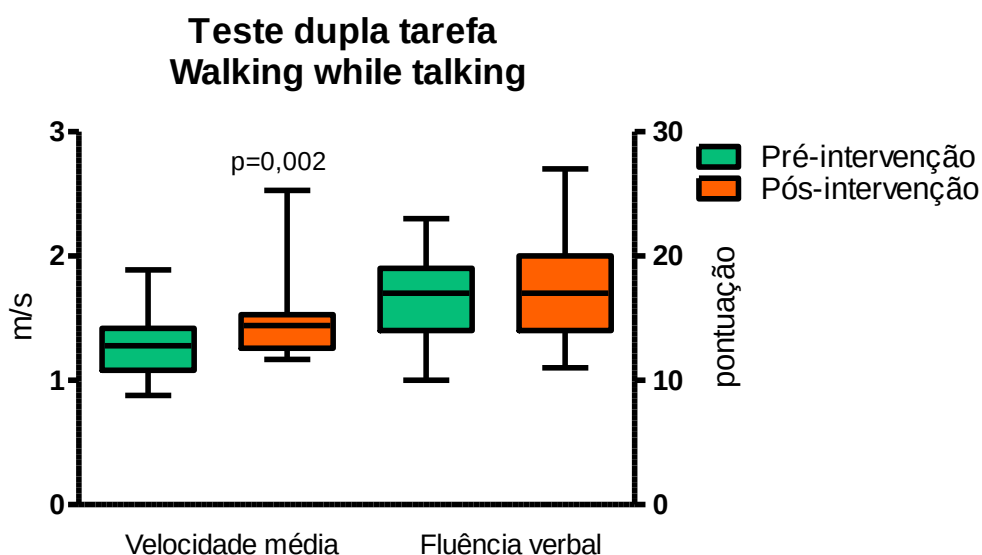


Tabela 04. Desempenho nos testes físicos e funcionais: Teste de caminhada de 6 minutos, Teste de caminhar 6 metros, Equilíbrio e agilidade, Sentar e levantar, Teste de dupla tarefa e Teste de força de preensão manual. Resultados descritos com média e erro padrão.

Testes Físicos	Pré-intervenção (Média ± EP)	Pós-intervenção (Média ± EP)	P valor
Condicionamento cardiorrespiratório			
Teste de Caminhada de 6 minutos (metros)	455,37 ± 6,40	486,44 ± 2,87	0,0045
Agilidade			
Teste de caminhar 6 metros (metros/segundo)	1,34 ± 0,05	1,56 ± 0,02	0,001
Mobilidade funcional			
Equilíbrio e Agilidade (segundo)	7,35 ± 0,23	6,26 ± 0,12	<0,0001
Força muscular de membros inferiores			
Sentar e levantar (número de repetições)	10,88 ± 0,48	13,92 ± 0,42	0,0001
Agilidade no desempenho em dupla tarefa			
Teste de dupla Tarefa (metros/segundo)	1,28 ± 0,04	1,48 ± 0,05	0,0022
Força muscular de membros superiores			
Preensão manual (newton)	19,0 ± 1,08 D	24,1 ± 1,23 D	0,0002
	16,9 ± 1,03 E	21,7 ± 1,48E	0,0004

Efeitos na qualidade de vida

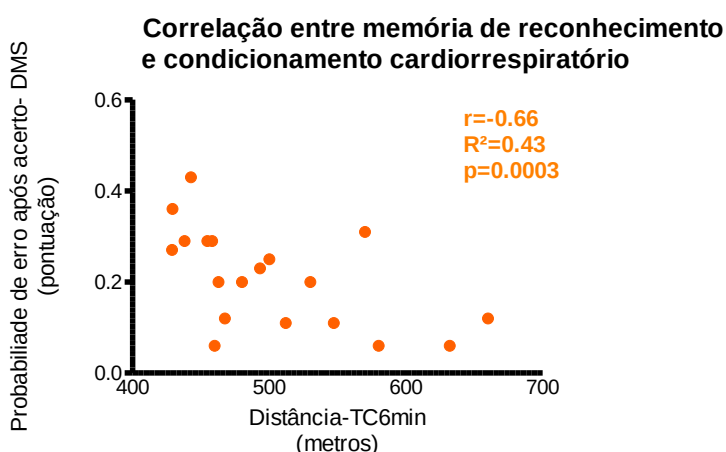
Dentre os parâmetros analisados do questionário de qualidade de vida SF36, a percepção do grupo em relação ao funcionamento físico melhorou (pré-intervenção: $26,18 \pm 0,64$; pós-intervenção: $28 \pm 0,34$, $p=0,0031$) assim como em relação a limitações de desempenho por problemas físicos (pré-intervenção: $7,14 \pm 0,33$; pós-intervenção: $8,00 \pm 0,00$, $p=0,0164$).

Correlações entre variáveis físicas e cognitivas

Na análise dos dados não foram observadas correlações entre as variações de desempenho entre a função cognitiva (CANTAB, Lista de palavras e Fluência verbal-CERAD), física (Teste de caminhada de 6 minutos, Teste de dupla tarefa, Equilíbrio e agilidade, Sentar e levantar e Força de preensão manual) e qualidade de vida (SF36).

Por outro lado, a busca por correlações entre o desempenho cognitivo e físico em uma análise transversal, considerando apenas os dados da avaliação final, apontou correlações significativas entre o condicionamento cardiorrespiratório (Teste de caminhada de 6 minutos-Distância) e as funções de atenção visual sustentada (RVP), aprendizagem (PAL) e memória de reconhecimento (DMS). Com correlações mais expressivas entre o condicionamento cardiorrespiratório (TC6min) e a memória de reconhecimento (DMS). A Figura 20, ilustra a correlação negativa entre a Probabilidade de erro após acerto (DMS) e distância (TC6min), ou seja à medida que há menor probabilidade de erro após acerto em teste que avalia memória de reconhecimento (DMS) há aumento na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos.

Figura 20. Correlação entre memória de reconhecimento (DMS-PEGC) e condicionamento cardiorrespiratório (Distância-TC6min) pós-intervenção.



A agilidade, analisada por meio da velocidade média de caminhada em dupla tarefa, também apresentou correlações com aprendizado (PAL) e memória de reconhecimento (DMS), sendo neste último domínio observadas correlações mais robustas (Figura 21A-C). Todas as correlações significativas são apresentadas na tabela 05.

Figura 21. Correlação entre memória de reconhecimento (Total correto, Total correto com todos os atrasos, Probabilidade de erro após acerto- DMS) e agilidade (Velocidade média-Teste de dupla tarefa) pós-intervenção.

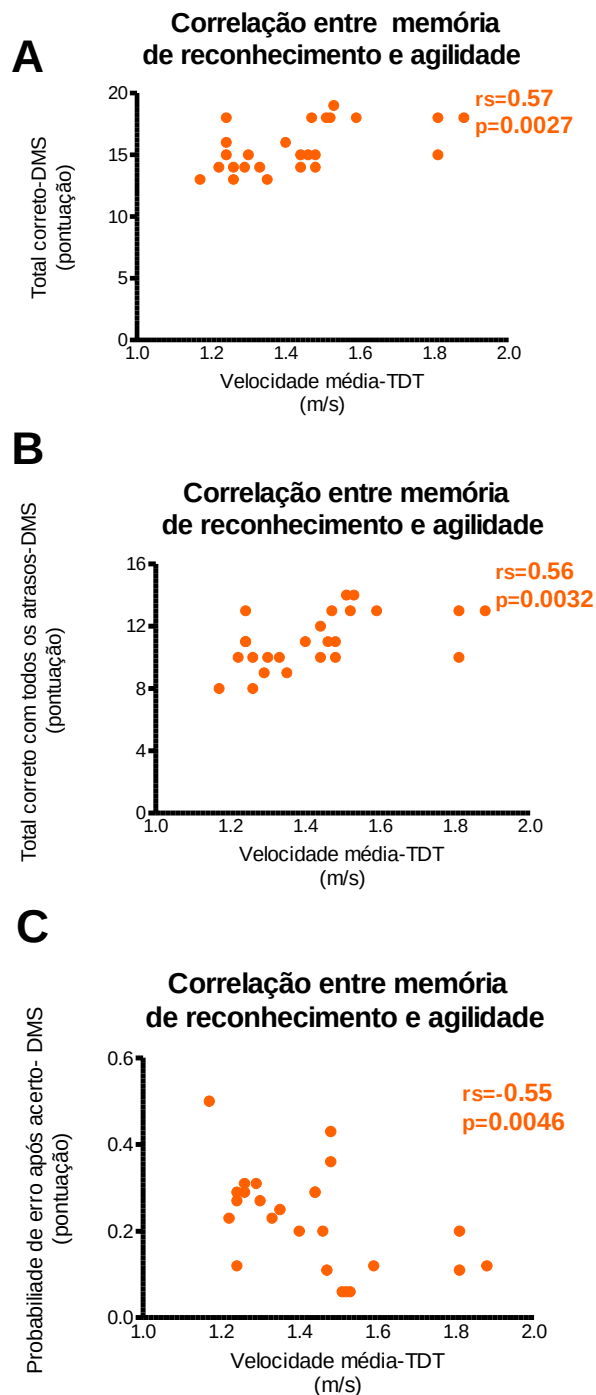


Tabela 05. Correlações entre funções cognitivas (Atenção visual sustentada-RVP, Aprendizagem-PAL e Memória de reconhecimento-DMS) e físicas (Teste de caminhada de 6 minutos, Teste de dupla tarefa) e pós-intervenção.

Funções / Testes		
Condicionamento cardiorrespiratório e Atenção visual sustentada		
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e Total de rejeições corretas- RVP	r=0,4263	p =0,0335
Condicionamento cardiorrespiratório e Aprendizado		
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e Média de erros antes do sucesso-PAL	r=0,4097	p =0,0419
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) Média de tentativas para o sucesso-PAL	r=0,4325	p =0,0308
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e total de erros-PAL	r=0,4430	p =0,0265
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e total de erros ajustados-PAL	r=0,4434	p=0,0299
Condicionamento cardiorrespiratório e Memória de reconhecimento		
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e percentual correto-DMS	r=0,4207	p=0,0362
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e percentual correto com atrasos-DMS	r=0,4692	p=0,0179
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e probabilidade de erro após acerto – DMS	r=-0,658	p=0,003
Teste de caminhada de 6 minutos (Distância) e total correto com atrasos-DMS	r=0,4691	p=0,0179
Agilidade e aprendizado		
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e Média de erros antes do sucesso-PAL	rs=-0,4039	p=0,0452
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e Média de tentativas para o sucesso-PAL	rs=-0,4886	p=0,0132
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e Total de erros-PAL	rs=-0,4142	p=0,0395
Agilidade e Memória de reconhecimento		
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e percentual correto-DMS	rs=0,5736	p=0,0027
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e percentual correto com atrasos-DMS	rs=0,5661	p=0,0032
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e probabilidade de erro após acerto-DMS	rs=-0,5472	p=0,0046
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e total correto-DMS	rs=0,5736	p=0,0027
Teste de dupla tarefa (Velocidade média) e total correto com atrasos-DMS	rs=0,5661	p=0,0032

5. Discussão

O exercício físico, assim como o treinamento cognitivo, têm sido extensivamente estudados como estratégias para prevenir/proteger as alterações inerentes ao envelhecimento e tem ganhado notoriedade pelos benefícios demonstrados (CHENG *et al.*, 2016). Contudo, poucos estudos analisaram os possíveis efeitos sinérgicos decorrentes do uso combinado das duas estratégias. Desse modo, o trabalho em questão objetivou investigar a influência de um programa de intervenção composto por exercício físico e estimulação cognitiva em dupla tarefa no desempenho cognitivo e físico de idosos saudáveis, utilizando como medidas de avaliação testes cognitivos convencionais (FV e CERAD), automatizados de alta sensibilidade (Bateria de testes CANTAB), testes físicos e funcionais (TC6, FPM, EA, SL, TDT) e um questionário de qualidade de vida (SF36).

Os resultados encontrados revelaram que o programa proposto foi efetivo em promover melhorias em diversas habilidades cognitivas, físicas e funcionais. Particularmente na função cognitiva, após a intervenção. A análise dos resultados demonstrou melhora significativa na atenção visual sustentada (RVP) aprendizagem (PAL), memória de reconhecimento para padrões visuais em escolha simultânea e com atraso (DMS), memória episódica verbal (Lista de palavras-CERAD) e Linguagem (FV). A análise da atenção visual sustentada através do RVP, teste sensível a danos no lobo frontal e parietal, revelou que os participantes diminuíram significativamente a média de tempo para responder corretamente ao estímulo (RVP- ML) além de aumentarem o número de rejeições corretas a sequências confundidoras (RVP-TRC). É digno de nota que a atenção é uma pré-condição para a maioria das funções cognitivas, que por sua vez são críticas para uma vida independente. Nessa afirmação pressupõe-se que declínios nesse domínio gere redução de desempenho em outras habilidades cognitivas (RAHE *et al.*, 2015; FILLEY *et al.*, 1994). De maneira geral, a atenção parece se manter relativamente estável no envelhecimento saudável. Por outro lado, a capacidade de sustentar a atenção sofre deterioração com a idade, e isso possivelmente está relacionado à alterações nos sistemas cerebrais especificamente associados ao processamento contínuo da informação e concentração (FILLEY *et al.*, 1994). Manter a atenção sustentada está relacionada a atividades instrumentais da vida diária, e um exemplo disso é o que acontece quando estamos dirigindo um veículo (CUENEN *et al.*, 2015).

No entanto, considerando a análise dos testes automatizados os resultados mais expressivos encontrados parecem ter sido na aprendizagem (PAL) e na memória de reconhecimento de padrões visuais em escolha simultânea e com atraso (DMS), visto que o número de medidas significativas apontando melhora foi maior nos testes que avaliavam essas

habilidades. Na aprendizagem, analisada através do PAL, teste sensível ao comprometimento do lobo temporal medial, houve diminuição significativa do número de erros ajustados (PAL EA) assim como diminuição do total de tentativas para o sucesso (PAL TTA). A memória de reconhecimento analisada através do DMS, teste sensível a danos no lobo temporal medial e lobos frontais, também apresentou melhorias expressivas, maior número de acertos totais (DMS TC) e maior número de acertos considerando todos os atrasos (DMS TC ALL). De fato, em estudos anteriores em modelo animal o exercício físico, sobretudo aeróbico, demonstrou induzir neurogênese no hipocampo, principal região envolvida na memória e aprendizagem, que é acompanhada por melhora em testes de aprendizagem em roedores (PRAAG *et al.*, 2005). Estudos em humanos tem relatado maior perfusão hipocampal e maiores volumes hipocampais decorrentes do exercício físico relacionados a melhor capacidade de reconhecimento de objetos e memória espacial (MAASS *et al.*, 2015 ; ERICKSON *et al.* 2011). Contudo faltam estudos que tenham investigado os possíveis efeitos interativos do exercício e estímulos cognitivos em dupla tarefa no aprendizado e reconhecimento.

Diferente dos resultados apresentados, um estudo realizado por Ansai e colaboradores (2016) ao investigar os efeitos de um treinamento multimodal em dupla tarefa, composto de exercício resistido e treino de equilíbrio, durante 12 semanas, tempo similar ao adotado neste trabalho, não observou benefícios cognitivos após a intervenção. Realmente alguns requisitos parecem ser necessários para que o treinamento proposto seja efetivo em beneficiar a função cognitiva. O estímulo cognitivo adotado no trabalho de Ansai e colaboradores, contagem regressiva, nomeação de cidades, frutas e programas de TV a partir de uma determinada letra do alfabeto, além de cálculos e tarefas motoras associadas às cores de cartões, pode não ter sido suficientemente sensível. Sugere-se que devem ser incluídos nas estratégias cognitivas de estimulação o uso de tarefas secundárias envolvendo respostas funcionais a pistas sensoriais (TAIT *et al.*, 2017), ou ainda a inclusão de tarefas cognitivas desafiadoras como treino de atenção, função executiva ou memória de trabalho (LAUENROTH *et al.*, 2016). Outra possível limitação apontada pelo próprio autor daquele estudo refere-se ao fato de que os participantes já serem ativos fisicamente antes de iniciarem o programa de treinamento, gerando um possível efeito “teto”. Esse efeito é observado quando idosos fisicamente ativos poderiam ter sido preliminarmente beneficiados pelo exercício e assim terem ganhos subsequentes limitados.

No presente trabalho adotamos estimulação multissensorial a fim de estimular diversas habilidades cognitivas tais como, linguagem, atenção, tomada de decisão, memória episódica,

respostas funcionais a estímulos sensoriais, inibição de resposta automática, memória de trabalho, memória autobiográfica (DE OLIVEIRA *et al.*, 2014; SPEISMAN *et al.*, 2013; DINIZ *et al.*, 2010). Além disso, com o intuito de evitar possíveis efeitos “teto” e de garantir que os participantes estivessem sobre estímulo único do programa de intervenção proposto, era requerido que estes deveriam estar sem praticar exercício físico há no mínimo 6 meses e que não poderiam iniciar práticas paralelas a do projeto. Outros requisitos importantes devem ser levados em consideração, sendo a intensidade do exercício um fator crítico. O uso da intensidade moderada tem sido recomendado, para tal idealmente a monitorização deve ser utilizada com o intuito de assegurar a intensidade desejada (TAIT *et al.*, 2017; LAUENROTH *et al.*, 2016). No trabalho vigente todos os adultos idosos tinham a frequência cardíaca ininterruptamente monitorada para garantir a intensidade ótima durante os treinamentos.

Cabe ressaltar que os testes automatizados utilizados no presente relatório aumentam a confiabilidade dos resultados positivos sobre a função cognitiva, uma vez que apresentam moderada a alta confiabilidade em teste-reteste (GONÇALVES *et al.*, 2016), sendo recomendados para monitoramento e acompanhamento desta população (SAHAKIAN, 1992). Outra possível vantagem foi a realização de uma avaliação abrangente da função cognitiva, visto que muitos estudos com intervenções em dupla tarefa tem empregado avaliações restritas a um único domínio, tornando limitadas as análises posteriores sobre os efeitos do programa de intervenção (ZHU *et al.*, 2016).

Uma questão emergente diz respeito a preocupação de que os programas de treinamento para adultos idosos possam melhorar o funcionamento em tarefas funcionais da vida diária como nas condições em que se requer a atenção dividida entre tarefas. Embora a literatura ainda seja inconclusiva sobre qual a melhor abordagem para beneficiar o desempenho nestas situações, estudos preliminares têm demonstrado que os programas que empregam dupla tarefa parecem ser mais eficientes em melhorar a performance nessas circunstâncias, ao passo que o uso isolado aparentemente não transfere os benefícios para condições em dupla tarefa (WOLLESEN *et al.*, 2014; SILSUPADOL *et al.*, 2009). Coerente com estes achados, os resultados aqui encontrados revelaram resultados promissores. Realmente, o uso da intervenção com as duas estratégias combinadas induziu melhorias na execução em um teste que mimetiza situações da vida diária, na qual os participantes deveriam caminhar e falar concomitantemente (Teste de dupla tarefa “*Walking while Talking*”), benefício este expresso pelo aumento significativo da velocidade média utilizada para caminhada no período pós-intervenção. Este resultado traz uma implicação clínica importante, já que o pior desempenho em situações de dupla tarefa está fortemente associado

a prejuízos da independência funcional e aumento do risco de quedas (HIRASHIMA *et al.* 2015).

Ao analisarmos a velocidade média da caminhada em condição de tarefa única, em que os participantes deveriam apenas caminhar na velocidade preferida na mesma distância percorrida no teste em dupla tarefa, também se observou aumento significativo da velocidade média de caminhada após a intervenção. O parâmetro analisado, velocidade da marcha, tem sido considerado uma medida clínica importante de avaliação geriátrica (PEEL *et al.*, 2013). Baixa velocidade da marcha no ritmo preferencial está bem estabelecida como fator de risco para quedas, morbidade, institucionalização e mortalidade (LIU *et al.*, 2016). Além disso, estudo recente relatou que aumentos significativos na velocidade de caminhada habitual está associada à melhora da sobrevida em idosos da comunidade, com incrementos significativos na sobrevida a cada 0,1 m / seg de incremento na velocidade (STUDENSKI *et al.* 2011). Os resultados neste trabalho revelaram que apenas três meses de intervenção foram suficientes para promover um aumento de 15 % na velocidade média de caminhada em relação àquela do período pré-intervenção tanto em condição de tarefa única (sem teste de fluência verbal) (pré-intervenção:1,34; pós-intervenção:1,56), quanto em condição de dupla tarefa (com teste de fluência verbal) (pré-intervenção:1,28; pós-intervenção:1,48). Sugerindo que os participantes se tornaram mais aptos a caminhar e realizar uma tarefa de linguagem de modo simultâneo.

Um dos possíveis benefícios práticos de vida diária advindo destes achados pode estar relacionado à habilidade de atravessar a rua em um cruzamento. Alguns autores, baseados nas luzes para pedestres dos Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Irlanda, Suíça e África do Sul sugerem que para que adultos idosos consigam atravessar cruzamentos com segurança é necessário que alcancem uma velocidade média mínima de caminhada de 1,20 m/s, que deve ser avaliada em condição de múltiplas tarefas, a fim de se aproximar das condições reais (EGGENBERGER *et al.*, 2017). A análise da velocidade média individual na condição pré-intervenção apontou que 24% da amostra não atingiu a velocidade média de 1,20m/s quando analisados em tarefa única e que esse percentual aumentava para 36 % quando em condições de dupla tarefa. Após a reavaliação todos os participantes atingiram a velocidade mínima de 1,20m/s no teste de tarefa única e apenas 3% não atingiram na condição de dupla tarefa. Realmente já foi demonstrado, utilizando realidade virtual para simular travessia de rua, que adultos idosos apresentam altos custos quando conversam ao celular e simultaneamente atravessavam a rua. Esta condição parece atrapalhar também no planejamento de qual o melhor momento para realizar a travessia, tornando-os susceptíveis a eventos adversos (NEIDER *et al.*, 2011). Além do que, baixa velocidade de caminhada, baixa velocidade de

processamento visual e limitada capacidade de mudança de atenção foram apontados como preditores de escolhas perigosas ao atravessar a rua (DOMMES *et al.*, 2013).

Os participantes obtiveram ganhos significativos na força muscular de membros inferiores (Teste sentar e levantar). Sabe-se que manutenção da força muscular de membros inferiores é fundamental para desempenhar funções básicas da vida diária como caminhar, subir escadas, levantar de uma cadeira (JONES *et al.* 1999). Vale ressaltar que embora os testes utilizados sejam notavelmente simples, estes avaliam funções habituais do cotidiano, que por sua vez tratam-se de indicativos de muitos processos fisiológicos subjacentes que estão relacionados ao status funcional (FERGUSON-STEGALL *et al.* 2017; JONES *et al.* 1999). Outra medida clínica comumente adotada para caracterizar fragilidade e sarcopenia a força muscular de membros superiores (teste de preensão manual) (DODDS *et al.* 2016), também aumentou significativamente na avaliação pós-intervenção, bem como o condicionamento cardiorrespiratório (TC6min) e a mobilidade funcional (Equilíbrio e agilidade).

Do ponto de vista físico algumas características de treinamento têm se destacado, os exercícios multimodais tem ganhado destaque em comparação aos demais tipos de treinamento na população idosa, tendo sido recomendado o uso de um componente de força, um componente aeróbico e um componente de treino de equilíbrio (CADORE *et al.*, 2013; CADORE *et al.*, 2013; LAUENROTH *et al.* 2016). Os resultados apresentados sobre a função física e funcional parecem apoiar estas características, uma vez que os participantes foram beneficiados em diversos testes físicos e funcionais.

É importante dizer que cada vez mais o envelhecimento bem-sucedido tem sido entendido de forma multidimensional. A visão baseada apenas no modelo biomédico de ausência de doenças ou limitações físicas e funcionais tem sido substituída por uma perspectiva mais abrangente que considera também medidas subjetivas como bem-estar psicológico, bem-estar social e qualidade de vida (CARVER *et al.*, 2016; TKATCH *et al.* 2016). Deste modo é coerente considerar a percepção dos indivíduos como forma de mensurar a influência de programas de intervenção na saúde destes sujeitos. Os resultados encontrados neste estudo apontam que a melhora cognitiva e física foi acompanhada pela melhor percepção dos participantes em relação ao funcionamento físico e pela percepção de diminuição de limitações de desempenho por problemas físicos segundo questionário aplicado para avaliação da qualidade de vida, SF36.

Outro objetivo do presente trabalho foi investigar possíveis correlações entre função física e função cognitiva. Os resultados revelaram correlações significativas entre medidas

funcionais de condicionamento cardiorrespiratório (Distância-TC6min), agilidade (Velocidade média-DT) e medidas de atenção visual sustentada (RVP), aprendizado (PAL) e memória de reconhecimento (DMS). Estes resultados foram observados apenas em testes cognitivos automatizados (CANTAB), não sendo encontrados correlações com testes cognitivos tradicionais de linguagem (FV-CERAD) e memória episódica verbal (Lista de palavras-CERAD). No entanto, as correlações encontradas eram fracas em sua maioria. Possivelmente estes achados justificam-se no fato de que inúmeros fatores além da função física influenciam diretamente a função cognitiva (JORIS *et al.*, 2018; EGUCHI *et al.*, 2018) sendo a função física responsável apenas por parte dessa influência.

A comparação entre grupos realizada no presente trabalho exigiria idealmente a inclusão de um grupo controle sedentário que igualmente fosse avaliado e reavaliado nas mesmas janelas temporais do grupo sob intervenção. No presente trabalho entretanto, considerou-se por conta da natureza longitudinal do estudo que os idosos antes da intervenção poderiam ser considerados controle de si mesmo, validando os efeitos da estimulação em dupla tarefa. Essa escolha fundamentou-se em estudos longitudinais anteriores, nos quais foi demonstrado que idosos saudáveis quando reavaliados ao longo do tempo mantinham ou pioravam o desempenho em testes cognitivos e físicos. Estes resultados foram observados em trabalhos com número amostral expressivo, muitos dos quais utilizaram testes avaliativos similares ou iguais aos empregados no presente projeto. Por exemplo, Whitle e colaboradores (2016) objetivando investigar as variações nas habilidades cognitivas ao longo da vida em uma amostra de 40.000 homens e mulheres com idades que variavam de 16 a 100 anos, observaram que em algumas medidas, tais como a média de recuperação de palavras, houve diminuição desde o início da vida adulta, com declínios mais acentuados a partir dos 60 anos. Por outro lado, habilidades como a fluência verbal, subtração e escores numéricos permaneceram estáveis do início ao meio da idade adulta, seguido de declínios lineares em torno dos 60 anos.

Outro trabalho longitudinal com um grande coorte de indivíduos, realizou três avaliações cognitivas ao longo de 10 anos em 5198 homens e 2192 mulheres, divididos em cinco categorias de idade 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-70 e encontrou que com exceção do vocabulário que permaneceu estável ao longo do estudo, o desempenho médio em todos os outros domínios cognitivos avaliados (memória, raciocínio, fluência verbal semântica e fonológica) declinaram em todas as faixas etárias, mesmo no acompanhamento da faixa etária mais jovem de 45-49 anos, sugerindo que na meia idade o declínio cognitivo longitudinal já é perceptível (SINGH-MANOUX *et al.*, 2012). Resultados semelhantes também já foram

demonstrados utilizando testes da bateria CANTAB (SWM, PAL e DMS), em que efeitos prejudiciais da idade foram observados na aprendizagem visuomotora ao longo do acompanhamento de adultos idosos (URESTI-CABRERA *et al.* 2015). Mesmo em reavaliações cognitivas em intervalos menores, de seis em seis meses, há registros de declínio da velocidade de processamento e memória episódica verbal (imediate e tardia) em mulheres de meia idade (KARLAMANGLA *et al.*, 2017).

Estes achados também parecem ser verdadeiros para parâmetros físicos e funcionais. Um estudo longitudinal com 202 participantes com idade superior a 65 anos acompanhou estes idosos ao longo de 5 anos e observaram que os adultos idosos perdiam condicionamento cardiorrespiratório e força muscular ao longo do tempo. Esses resultados foram demonstrados pela piora no desempenho no Teste de caminhada de 6 minutos (condicionamento cardiorrespiratório) e Teste de sentar e levantar (força muscular de membros inferiores) (MAGISTRO *et al.*, 2015). Outros trabalhos também têm comprovado a perda de força e massa muscular decorrente do envelhecimento (GOODPASTER *et al.*, 2006) e ainda declínios progressivos na força de preensão manual (STESSMAN *et al.*, 2017).

Naturalmente isso não impede que em estudos subsequentes se possa incluir um grupo sedentário que reúna as características descritas acima. Finalmente a ausência de grupos de intervenção com uma única estimulação, treinamento físico ou treinamento cognitivo para fins comparativos não permite concluir que o uso combinado apresenta resultados mais robustos quando comparados ao uso isolado, como sugerido por alguns trabalhos (THEILL *et al.*, 2013). Por outro lado, dado ao diminuto acervo de estudos sobre o tema em idosos saudáveis e aos resultados benéficos expressivos encontrados em diversas habilidades cognitivas e físicas, o presente trabalho encoraja o uso de estratégias combinadas e levanta a hipótese de potenciais efeitos neuroprotetores decorrentes da prática regular de exercício físico sobre as alterações decorrentes do envelhecimento.

6. Conclusão

Tomados em conjunto os resultados encontrados no presente trabalho, demonstraram que três meses de intervenção empregando exercício físico multimodal em dupla tarefa, melhora a cognição, mobilidade funcional, condicionamento cardiorrespiratório, força de membros superiores e inferiores, medidas relacionadas ao funcionamento físico da qualidade de vida e capacidade de realizar atividades em dupla tarefa, como normalmente requerido na rotina diária dos adultos idosos. Estes achados fomentam a hipótese dos efeitos neuroprotetores decorrentes da prática regular de exercícios físicos. Mais estudos devem ser realizados para investigar se o uso combinado da estratégia cognitiva e física é superior a sua aplicação única. Além disso também são necessários estudos longitudinais que investiguem a duração dos benefícios adquiridos.

Referências

- AGMON, M.; BELZA, B.; NGUYEN, H. Q.; LOGSDON, R. G.; KELLY, V. E. A systematic review of interventions conducted in clinical or community settings to improve dual-task postural control in older adults. **Clinical Interventions in Aging**, v. 9, p. 477–492, 2014.
- American Psychiatric Association (APA). DSM-5: **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais. 5a ed. Porto Alegre**: Artmed; 2014
- ANDERSSON, G.; HAGMAN, J.; TALIANZADEH, R.; SVEDBERG, A.; LARSEN, H. C. Effect of cognitive load on postural control. **Brain Research Bulletin**, v. 58, n. 1, p. 135–139, 2002.
- ARCHER, T. Physical exercise alleviates debilities of normal aging and Alzheimer's disease. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 123, n. 4, p. 221–238, 2011.
- ASSOCIATION, A. 2009 Alzheimer's disease facts and figures. **Alzheimer's and Dementia**, v. 5, n. 3, p. 234–270, 2009.
- BALTES, P. B. Theoretical Propositions of Life-Span Developmental Psychology : On the Dynamics Between Growth and Decline. , v. 2, n. 5, p. 611–626, 1987.
- BEAUCHET, O.; ANNWEILER, C.; DUBOST, V.; et al. Stops walking when talking: A predictor of falls in older adults? **European Journal of Neurology**, v. 16, n. 7, p. 786–795, 2009.
- BENTO-TORRES, N. V. O.; BENTO-TORRES, J.; TOMÁS, A. M.; et al. Influence of schooling and age on cognitive performance in healthy older adults. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 50, n. 4, p. 1–9, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2017000400702&lng=en&tln=en>. .
- Bertolucci,P.H.F. et al;...lin. 25 (2)_80-83, 1998.pdf. .
- BERTOLUCCI, P. H.; BRUCKI, S. M.; CAMPACCI, S. R.; JULIANO, Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma popula???o geral. Impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 1–7, 1994.
- BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H.; BRUCKI, S. M. D.; et al. Applicability of the CERAD neuropsychological battery to Brazilian elderly. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 59, n. 3 A, p. 532–536, 2001.
- BETTIO, L. E. B.; RAJENDRAN, L.; GIL-MOHAPEL, J. The effects of aging in the hippocampus and cognitive decline. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 79, p. 66–86, 2017. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.030>>. .
- BIZON, J. L.; FOSTER, T. C.; ALEXANDER, G. E.; GLISKY, E. L. Characterizing cognitive aging of working memory and executive function in animal models. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 4, n. SEP, p. 1–14, 2012.

BONGAARTS, J. Human population growth and the demographic transition. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1532, p. 2985–2990, 2009. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rstb.2009.0137>>. .

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Atenção à Saúde da Pessoa Idosa e Envelhecimento. 2010.

BRUCKI, S. M. D.; NITRIN, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 61, n. 3 B, p. 777–781, 2003.

BUCKNER, R. L. Memory and executive function in aging and ad: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. **Neuron**, v. 44, n. 1, p. 195–208, 2004.

BURLÁ, C.; CAMARANO, A. A.; KANSO, S.; FERNANDES, D.; NUNES, R. Panorama prospectivo das demências no Brasil: um enfoque demográfico. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 10, p. 2949–2956, 2013.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: An update. **Age**, v. 35, n. 6, p. 2329–2344, 2013.

CADORE, E. L.; RODRÍGUEZ-MAÑAS, L.; SINCLAIR, A.; IZQUIERDO, M. Effects of Different Exercise Interventions on Risk of Falls, Gait Ability, and Balance in Physically Frail Older Adults: A Systematic Review. **Rejuvenation Research**, v. 16, n. 2, p. 105–114, 2013. Disponível em: <<http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/rej.2012.1397>>. .

CALSO, C.; BESNARD, J.; ALLAIN, P. Le vieillissement normal des fonctions cognitives frontales. **Geriatric et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement**, v. 14, n. 1, p. 77–85, 2016.

CARAMELLI, P.; CARTHERY-GOULART, M. T.; PORTO, C. S.; CHARCHAT-FICHMAN, H.; NITRINI, R. Category fluency as a screening test for Alzheimer disease in illiterate and literate patients. **Alzheimer disease and associated disorders**, v. 21, n. 1, p. 65–67, 2007.

CARVER, L. F.; BUCHANAN, D. Successful aging: Considering non-biomedical constructs. **Clinical Interventions in Aging**, v. 11, p. 1623–1630, 2016.

CHENG, S. T. Cognitive Reserve and the Prevention of Dementia: the Role of Physical and Cognitive Activities. **Current Psychiatry Reports**, v. 18, n. 9, 2016. Current Psychiatry Reports. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11920-016-0721-2>>. .

CHO, J.; MARTIN, P.; POON, L. W. The Older They Are , the Less Successful They Become ? Findings from the Georgia Centenarian Study. , v. 2012, 2012.

CINCONELLI, R. MESQUITA; FERRAZ, M. B.; SANTOS, W.; MEINÃO, I.;

QUARESMA, M. R. sf36- cinconelli original.pdf. , 1999.

COLLERTON, J.; COLLERTON, D.; ARAI, Y.; et al. A comparison of computerized and pencil-and-paper tasks in assessing cognitive function in community-dwelling older people in the Newcastle 85+ pilot study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 55, n. 10, p. 1630–1635, 2007.

CRAPO, R. O.; CASABURI, R.; COATES, A. L.; et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002.

CUENEN, A.; JONGEN, E. M. M.; BRIJS, T.; et al. Does attention capacity moderate the effect of driver distraction in older drivers? **Accident Analysis and Prevention**, v. 77, p. 12–20, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.011>>. .

CUTLER, R. G.; MATTSON, M. P. Introduction : The adversities of aging. , v. 5, p. 221–238, 2006.

DAULT, M. C.; YARDLEY, L.; FRANK, J. S. Does articulation contribute to modifications of postural control during dual-task paradigms? **Cognitive Brain Research**, v. 16, n. 3, p. 434–440, 2003.

DICKSTEIN, D. L.; KABASO, D.; ROCHER, A. B.; et al. Changes in the structural complexity of the aged brain. **Aging Cell**, v. 6, n. 3, p. 275–284, 2007.

DINIZ, D. G.; FORO, C. A. R.; REGO, C. M. D.; et al. Environmental impoverishment and aging alter object recognition, spatial learning, and dentate gyrus astrocytes. **European Journal of Neuroscience**, v. 32, n. 3, p. 509–519, 2010.

DODDS, R. M.; SYDDALL, H. E.; COOPER, R.; et al. Global variation in grip strength: A systematic review and meta-analysis of normative data. **Age and Ageing**, v. 45, n. 2, p. 209–216, 2016.

DOMMES, A.; CAVALLO, V.; OXLEY, J. Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians. **Accident Analysis and Prevention**, v. 59, p. 135–143, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.017>>. .

EGGENBERGER, P.; TOMOVIC, S.; MÜNZER, T.; DE BRUIN, E. D. Older adults must hurry at pedestrian lights! A cross-sectional analysis of preferred and fast walking speed under single- and dual-task conditions. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–17, 2017.

EGUCHI, Y.; TASATO, K.; NAKAJIMA, S.; et al. Relationships between socio-clinico-demographic factors and global cognitive function in the oldest old living in the Tokyo Metropolitan area: Reanalysis of the Tokyo Oldest Old Survey on Total Health (TOOTH). **International Journal of Geriatric Psychiatry**, , n. January, p. 1–8, 2018.

ERICKSON, K. I.; VOSS, M. W.; PRAKASH, R. S.; et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 7, p. 3017–3022, 2011. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1015950108>>. .

ERVATTI, L. R.; BORGES, G. M.; JARDIM, A. DE P. **Mudança Demográfica no Brasil**

no início do Século XXI. Subsidios para as Projeções da População. 2015.

FALBO, S.; CONDELLO, G.; CAPRANICA, L.; FORTE, R.; PESCE, C. Effects of Physical-Cognitive Dual Task Training on Executive Function and Gait Performance in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. **BioMed Research International**, v. 2016, 2016. Hindawi Publishing Corporation.

FERGUSON-STEGALL, L.; VANG, M.; WOLFE, A. S.; THOMSEN, K. M. A 9-Week Jaques-Dalcroze Eurhythmics Intervention Improves Single and Dual-Task Gait Speed in Community-Dwelling Older People. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 14, n. 9, p. 740–744, 2017. Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jpah.2017-0416>>. .

FILLENBAUM, G. G.; BELLE, G. VAN; MORRIS, J. C.; et al. CERAD. The first 20 years. , v. 4, n. 2, p. 96–109, 2010.

FILLEY, C. M.; CULLUM, C. M. Attention and vigilance functions in normal aging. **Applied Neuropsychology**, v. 1, n. 1–2, p. 29–32, 1994.

FRAILITY, T. Epidemiology of Falls (world report).pdf. , p. 3–7, 2001.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GOMEZ-PINILLA, FERNANDO, HILLMAN, C. The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. , v. 3, n. 1, p. 403–428, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3951958/>>. .

GONÇALVES, M. M.; PINHO, M. S.; SIMÕES, M. R. Test–retest reliability analysis of the Cambridge neuropsychological automated tests for the assessment of dementia in older people living in retirement homes. **Applied Neuropsychology:Adult**, v. 23, n. 4, p. 251–263, 2016.

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 61, n. 10, p. 1059–64, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17077199>>. .

GREGORY, M. A.; BOA SORTE SILVA, N. C.; GILL, D. P.; et al. Combined Dual-Task Gait Training and Aerobic Exercise to Improve Cognition, Mobility, and Vascular Health in Community-Dwelling Older Adults at Risk for Future Cognitive Decline1. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 57, n. 3, p. 747–763, 2017.

HALL, C. D.; ECHT, K. V.; WOLF, S. L.; ROGERS, W. A. Cognitive and Motor Mechanisms Underlying Older Adults' Ability to Divide Attention While Walking. **Physical Therapy**, v. 91, n. 7, p. 1039–1050, 2011. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20100114>>. .

HIRASHIMA, K.; HIGUCHI, Y.; IMAOKA, M.; et al. Dual-tasking over an extended walking distance is associated with falls among community-dwelling older adults. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 643–648, 2015.

HULLINGER, R.; PUGLIELLI, L. Molecular and cellular aspects of age-related cognitive decline and Alzheimer's disease. **Behavioural Brain Research**, v. 322, p. 191–205, 2017. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2016.05.008>>. .

HUXHOLD, O.; LI, S.; SCHMIEDEK, F.; LINDENBERGER, U. Dual-tasking postural control : Aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. , v. 69, p. 294–305, 2006.

DE JAGER, C. A; MILWAIN, E.; BUDGE, M. Early detection of isolated memory deficits in the elderly: the need for more sensitive neuropsychological tests. **Psychological medicine**, v. 32, n. 3, p. 483–91, 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11989993>>. .

JERNIGAN, T. L.; ARCHIBALD, S. L.; FENNEMA-NOTESTINE, C.; et al. Effects of age on tissues and regions of the cerebrum and cerebellum. **Neurobiology of Aging**, v. 22, n. 4, p. 581–594, 2001.

JESTE, D.; GLORIOSO, D. K.; MARTIN, A. S.; et al. NIH Public Access. **Am J Psychiatry**, v. 170, n. 2, p. 188–196, 2014.

JONES, C. J.; RIKLI, R. E.; BEAM, W. C. A 30-s chair-satnd test as a measure of lower body strength in community-residing oldr adults. **Reasearch qQuarterly for Exercise and Sport**, v. 2, n. May, p. 113–119, 1999.

JORIS, P. J.; MENSINK, R. P.; ADAM TANJA C; LIU, T. T. Cerebral Blood Flow Measurements in Adults: A Review on the Effects of Dietary Factors and Exercise. **Nutrients**, v. 10, n. 530, p. 1–15, 2018. Disponível em: <[file:///Users/zoecass/Downloads/nutrients-10-00530 \(1\).pdf](file:///Users/zoecass/Downloads/nutrients-10-00530%20(1).pdf)>. .

KARLAMANGLA, A. S.; LACHMAN, M. E.; HAN, W.; HUANG, M.; GREENDALE, G. A. Evidence for Cognitive Aging in Midlife Women: Study of Women's Health Across the Nation. **Plos One**, v. 12, n. 1, p. e0169008, 2017. Disponível em: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0169008>>. .

KEARNEY, F. C.; HARWOOD, R. H.; GLADMAN, J. R. F.; LINCOLN, N.; MASUD, T. The relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older adults: A systematic review. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, v. 36, n. 1–2, p. 20–35, 2013.

KENNEDY, K. M.; RAZ, N. Aging white matter and cognition: Differential effects of regional variations in diffusion properties on memory, executive functions, and speed. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 3, p. 916–927, 2009.

KIM, S.; PARK, S. A Meta-Analysis of the Correlates of Successful Aging in Older Adults. , 2016.

KLAUS FABEL, SUSANNE A. WOLF, DAN EHNINGER, HARISH BABU, P. L.-G. AND G. K. Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. , v. 3, n. November, p. 1–7, 2009.

KLUGER, A.; GIANUTSOS, J. G.; GOLOMB, J.; et al. Clinical features of MCI : motor changes. , p. 32–39, 2008.

KWOK, T.; WONG, A.; CHAN, G.; et al. Effectiveness of cognitive training for Chinese elderly in Hong Kong. **Clinical Interventions in Aging**, v. 8, p. 213–219, 2013.

LACOUR, M.; BERNARD-DEMANZE, L.; DUMITRESCU, M. Posture control, aging, and attention resources: Models and posture-analysis methods. **Neurophysiologie Clinique**, v. 38, n. 6, p. 411–421, 2008.

LAUENROTH, A.; IOANNIDIS, A. E.; TEICHMANN, B. Influence of combined physical and cognitive training on cognition: A systematic review. **BMC Geriatrics**, v. 16, n. 1, p. 21–23, 2016. BMC Geriatrics. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12877-016-0315-1>>. .

LEBRÃO, M. L. LUCIA2009.pdf. , 2009.

LI, K. Z. H.; LINDENBERGER, U.; FREUND, A. M.; BALTES, P. B. Walking While Memorizing: Age-Related Differences in Compensatory Behavior. **Psychological Science (Wiley-Blackwell)**, v. 12, n. 3, p. 230–237, 2001. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=4518629&site=ehost-live>>. .

LIU, B.; HU, X.; ZHANG, Q.; et al. Usual walking speed and all-cause mortality risk in older people: A systematic review and meta-analysis. **Gait and Posture**, v. 44, p. 172–177, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.008>>. .

LOGAN, J. M.; SANDERS, A. L.; SNYDER, A. Z.; MORRIS, J. C.; BUCKNER, R. L. Under-recruitment and nonselective recruitment: Dissociable neural mechanisms associated with aging. **Neuron**, v. 33, n. 5, p. 827–840, 2002.

MAASS, A.; DÜZEL, S.; GOERKE, M.; et al. Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults. **Molecular Psychiatry**, v. 20, n. 5, p. 585–593, 2015.

MAGISTRO, D.; CANDELA, F.; BRUSTIO, P. R.; LIUBICICH, M. E.; RABAGLIETTI, E. A longitudinal study on the relationship between aerobic endurance and lower body strength in Italian sedentary older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 23, n. 3, p. 444–451, 2015.

MANCINI, M.; HORAK, F. B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 46, n. 2, p. 239–248, 2010.

MANUSCRIPT, A. Female Rhesus Monkeys. , v. 31, n. 21, p. 7737–7744, 2012.

MARRA, T.; PEREIRA, L.; FARIA, C.; et al. Evaluation of the Activities of Daily Living of the Elderly With Different Levels of Dementia. **Braz. J. Phys. Ther.**, v. 11, n. 4, p. 235–240, 2007.

MELZER, I.; LIEBERMANN, D. G.; KRASOVSKY, T.; ODDSSON, L. I. E. Cognitive Load Affects Lower Limb Force – Time Relations During Voluntary Rapid Stepping in Healthy Old and Young Adults. , v. 65, n. 4, p. 400–406, 2010.

MORRISON, H. J.; BAXTER, G. M. NIH Public Access. , v. 13, n. 4, p. 240–250, 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3592200/pdf/nihms445540.pdf>>. .

NEIDER, M. B.; GASPAR, J. G.; MCCARLEY, J. S.; et al. NIH Public Access. **Human Development**, v. 45, n. 6, p. 1654–1668, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3699858/>>. .

NERI, A. L. O legado de Paul B . Baltes à Psicologia do Desenvolvimento e do Envelhecimento. , v. 14, n. 1, p. 17–34, 2006.

NISHIGUCHI, S.; YAMADA, M.; TANIGAWA, T.; et al. A 12-week physical and cognitive exercise program can improve cognitive function and neural efficiency in community-dwelling older adults: A randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 63, n. 7, p. 1355–1363, 2015.

DE OLIVEIRA, T. C. G.; SOARES, F. C.; DE MACEDO, L. D. E. D.; et al. Beneficial effects of multisensory and cognitive stimulation on age-related cognitive decline in long-term-care institutions. **Clinical Interventions in Aging**, v. 9, p. 309–321, 2014.

OLSON, A. K.; EADIE, B. D.; ERNST, C.; CHRISTIE, B. R. Environmental enrichment and voluntary exercise massively increase neurogenesis in the adult hippocampus via dissociable pathways. **Hippocampus**, v. 16, n. 3, p. 250–260, 2006.

PAPEGAAIJ, S.; HORTOBÁGYI, T.; GODDE, B.; et al. Neural correlates of motor-cognitive dual-tasking in young and old adults. **Plos One**, v. 12, n. 12, p. e0189025, 2017. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29220349>%0Ahttp://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0189025>. .

PEEL, N. M.; KUYSS, S. S.; KLEIN, K. Gait Speed as a Measure in Geriatric Assessment in Clinical Settings: A Systematic Review. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 68, n. 1, p. 39–46, 2013. Disponível em: <<https://academic.oup.com/biomedgerontology/article-lookup/doi/10.1093/gerona/gls174>>. .

PERSSON, J.; PUDAS, S.; LIND, J.; et al. Longitudinal structure-function correlates in elderly reveal MTL dysfunction with cognitive decline. **Cerebral Cortex**, v. 22, n. 10, p. 2297–2304, 2012.

podsiadlo1991.pdf. .

VAN PRAAG, H. Exercise Enhances Learning and Hippocampal Neurogenesis in Aged Mice. **Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 38, p. 8680–8685, 2005. Disponível em: <<http://www.jneurosci.org/cgi/doi/10.1523/JNEUROSCI.1731-05.2005>>. .

PRINCE, M.; WIMO, A.; GUERCHET, M.; et al. The Global Impact of Dementia AN ANALYSIS OF PREVALENCE, INCIDENCE, COST AND TRENDS. **World Alzheimer Report 2015**, 2015. Disponível em: <<https://www.alz.co.uk/research/WorldAlzheimerReport2015.pdf>>. .

RAHE, J.; PETRELLI, A.; KAESBERG, S.; et al. Effects of cognitive training with additional physical activity compared to pure cognitive training in healthy older adults. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 297–310, 2015.

REIJNDERS, J.; VAN HEUGTEN, C.; VAN BOXTEL, M. Cognitive interventions in healthy older adults and people with mild cognitive impairment: A systematic review. **Ageing**

Research Reviews, v. 12, n. 1, p. 263–275, 2013. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2012.07.003>>. .

RIBEIRO, A. P.; SOUZA, E. R. DE; ATIE, S.; SOUZA, A. C. DE; SCHILITZ, A. O. A influência das quedas na qualidade de vida de idosos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 4, p. 1265–1273, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000400023&lng=pt&tlng=pt>. .

Rikli and Jones.Pdf. .

ROWE, J. W.; KAHN, R. L.; ROWE, J. W.; KAHN, R. L. Human Aging : Usual and Successful , v. 237, n. 4811, p. 143–149, 1987.

SAHAKIAN, B. J.; OWEN, A. M. Computerized assessment in neuropsychiatry using CANTAB: discussion paper. **The Royal Society of Medicine**, v. 85, n. July, p. 399–402, 1992.

SAMSON, R. D.; BARNES, C. A. Impact of Aging Brain Circuits on Cognition. **European Journal of Neuroscience**, v. 37, n. 12, p. 1903–1915, 2013.

SCHAEFER, S.; SCHUMACHER, V. The interplay between cognitive and motor functioning in healthy Older adults: Findings from dual-task studies and suggestions for intervention. **Gerontology**, v. 57, n. 3, p. 239–246, 2011.

SILSUPADOL, P.; SHUMWAY-COOK, A. MESTRADO/DISSCUSSÃO/ARTIGO/PEEL2013 MEDIDA CLINICA VELOCIDADE DA MARCHA. PD.; LUGADE, V.; et al. Effect of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. **file:///C:/Users/aquin/Desktop/Escrita_mestrado/Discussão/Artigo/Hirashima_2015_dupla_tarefa_prediz_quedas.pdfArchives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 3, p. 381–387, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.09.559>>. .

SINGH-MANOUX, A.; KIVIMAKI, M.; GLYMOUR, M. M.; et al. Timing of onset of cognitive decline: results from Whitehall II prospective cohort study. **Bmj**, v. 344, n. jan04 4, p. d7622–d7622, 2012. Disponível em: <<http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.d7622>>. .

SMITH, E.; CUSACK, T.; BLAKE, C. The effect of a dual task on gait speed in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. **Gait & Posture**, v. 44, p. 250–258, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636215009856>>. .

SMITH, G. E.; ZELINSKI, E. M.; YAFFE, K.; RUFF, R. M.; KENNISON, R. K. The IMPACT Study: A Randomized Controlled Trial of a Brain Plasticity-Based Training Program for Age-Related Cognitive Decline. **International Journal**, v. 57, n. 4, p. 6–6, 2009.

SMITH, P. J.; NEED, A. C.; CIRULLI, E. T.; CHIBA-FALEK, O.; ATTIX, D. K. A comparison of the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) with “traditional” neuropsychological testing instruments. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 35, n. 3, p. 319–328, 2013.

SOARES, F. C.; DE OLIVEIRA, T. C. G.; DE MACEDO, L. D. E D.; et al. CANTAB object

recognition and language tests to detect aging cognitive decline: An exploratory comparative study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 37–48, 2014.

SOTANIEMI, M.; PULLIAINEN, V.; HOKKANEN, L.; et al. CERAD-neuropsychological battery in screening mild Alzheimer's disease. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 125, n. 1, p. 16–23, 2012.

SPEISMAN, R. B.; KUMAR, A.; RANI, A.; et al. Environmental enrichment restores neurogenesis and rapid acquisition in aged rats. **Neurobiology of Aging**, v. 34, n. 1, p. 263–274, 2013.

STERN, Y. NIH Public Access. **Lancet Neurol.**, v. 49, n. 18, p. 1841–1850, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23079557>>. .

STERN, Y. Cognitive reserve. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 10, p. 2015–2028, 2010.

STESSMAN, J.; ROTTENBERG, Y.; FISCHER, M.; HAMMERMAN-ROZENBERG, A.; JACOBS, J. M. Handgrip Strength in Old and Very Old Adults: Mood, Cognition, Function, and Mortality. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 65, n. 3, p. 526–532, 2017.

STILLMAN, C. M.; COHEN, J.; LEHMAN, M. E.; ERICKSON, K. I.; STILLMAN, C. M. Mediators of Physical Activity on Neurocognitive Function : A Review at Multiple Levels of Analysis. , v. 10, n. December, p. 1–17, 2016.

STILLMAN, C.; UYAR, F.; HUANG, H.; et al. Cardiorespiratory fitness is associated with enhanced hippocampal functional connectivity in healthy young adults. **Hippocampus**, p. 1–37, 2018.

STUDENSKI, S.; PERERA, S.; PATEL, K. Gait Speed and Survival in Older Adults. **Jama**, v. 305, n. 1, p. 50–58, 2011.

TAIT, J. L.; DUCKHAM, R. L.; MILTE, C. M.; MAIN, L. C.; DALY, R. M. Influence of sequential vs. simultaneous dual-task exercise training on cognitive function in older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 9, n. NOV, 2017.

THEILL, N.; SCHUMACHER, V.; ADELSBERGER, R.; MARTIN, M.; J??NCKE, L. Effects of simultaneously performed cognitive and physical training in older adults. **BMC Neuroscience**, v. 14, 2013.

THIES, W.; BLEILER, L. 2011 Alzheimer's disease facts and figures. **Alzheimer's and Dementia**, v. 7, n. 2, p. 208–244, 2011. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jalz.2011.02.004>>. .

TKATCH, R.; MUSICH, S.; MACLEOD, S.; et al. Population Health Management for Older Adults : Review of Interventions for Promoting Successful Aging Across the Health Continuum. , 2016.

TKATCH, R.; MUSICH, S.; MACLEOD, S.; et al. Population Health Management for Older Adults. **Gerontology and Geriatric Medicine**, v. 2, p. 233372141666787, 2016. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2333721416667877>>. .

URESTI-CABRERA, L. A.; DIAZ, R.; VACA-PALOMARES, I.; FERNANDEZ-RUIZ, J.

The effect of spatial working memory deterioration on strategic visuomotor learning across aging. **Behavioural Neurology**, v. 2015, p. 17–19, 2015. Hindawi Publishing Corporation.

VUILLERME, N.; NOUGIER, V.; TEASDALE, N. Effects of a reaction time task on postural control in humans. **Neuroscience Letters**, v. 291, p. 77–80, 2000.

WALTERS, S. J.; MUNRO, J. F.; BRAZIER, J. E. Using the SF-36 with older adults: A cross-sectional community-based survey. **Age and Ageing**, v. 30, n. 4, p. 337–343, 2001.

WATANABE, K.; FUNAHASHI, S. **Toward an understanding of the neural mechanisms underlying dual-task performance: Contribution of comparative approaches using animal models**. Elsevier Ltd, 2017.

WESNES, K. A. Moving beyond the pros and cons of automating cognitive testing in pathological aging and dementia: The case for equal opportunity. **Alzheimer's Research and Therapy**, v. 6, n. 8, p. 1–8, 2014.

WHITLEY, E.; DEARY, I. J.; RITCHIE, S. J.; et al. Variations in cognitive abilities across the life course: Cross-sectional evidence from Understanding Society: The UK Household Longitudinal Study. **Intelligence**, v. 59, p. 39–50, 2016. The Authors. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2016.07.001>>. .

WILD, K.; HOWIESON, D.; WEBBE, F.; SEELYE, A.; KAYE, J. The status of computerised cognitive testing in aging: A systematic review. **Alzheimers Dementia**, v. 4, n. 6, p. 428–437, 2008.

WOLLESEN, B.; VOELCKER-REHAGE, C. Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults: A systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 11, n. 1, p. 5–24, 2014.

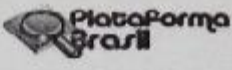
YANG, G.; FENG, P.; WEN-BIAO, G. HHS Public Access. **Trends in Neurosciences**, v. 45, n. 4, p. 1031–1041, 2009. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2011.02.001>>. .

YOGEV, G.; HAUSDORFF, J. M.; GILADI, N. The Role of Executive Function and Attention in Gait.pdf. **Mov Disord**, v. 23, n. 3, p. 1–28, 2008.

ZHENG ZHENG, C. P.; LIU JUN, HALLET MARK, W. TAO. NIH Public Access. , v. 49, n. 18, p. 1841–1850, 2009.

ZHU, X.; YIN, S.; LANG, M.; HE, R.; LI, J. The more the better? A meta-analysis on effects of combined cognitive and physical intervention on cognition in healthy older adults. **Ageing Research Reviews**, v. 31, p. 67–79, 2016. Elsevier B.V. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2016.07.003>>. .

ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICAS EM PESQUISAS

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO JOÃO DE BARROS BARRETO - UFPA 
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA
Título da Pesquisa: ENVELHECIMENTO, DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS CRÔNICAS, E INFECÇÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA; Implantação de novas metodologias de avaliação cognitiva e de intervenção terapêutica em pacientes com declínio cognitivo leve e moderado na doença de Alzheimer Pesquisador: Cristovam Wanderley Picanço Diniz Área Temática: Versão: 2 CAAE: 25948814.4.0000.0017 Instituição Proponente: Hospital Universitário João de Barros Barreto Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO AMAZONIA PARAENSE DE AMPARO A PESQUISA - FAPESPA Instituto de Ciências Biológicas
DADOS DO PARECER
Número do Parecer: 858.134 Data da Relatoria: 23/09/2014
Apresentação do Projeto: Emenda ao protocolo: Em estudos anteriores os pesquisadores realizaram estudos de acompanhamento longitudinal de idosos praticantes e não praticantes de exercício físico e também empregaram um programa preliminar de estimulação multisensorial e cognitiva em idosos institucionalizados em comparação a idosos vivendo em comunidade, avaliando com testes de linguagem e de rastreio clássicos os impactos isolados da prática de exercícios físicos e do programa de estimulação multisensorial sobre o declínio cognitivo senil. Também investigaram a possibilidade de medir com melhor resolução o declínio cognitivo senil aplicando a população jovem, e aos idosos institucionalizada e não institucionalizados (vivendo em comunidade com suas famílias), a bateria Cambridge de Testes Neuropsicológicos - CANTAB. Compararam os resultados com os testes previamente mencionados encontrando maior especificidade, seletividade e eficiência nos testes dessa bateria. No presente projeto pretendem ampliar o escopo de interesse envolvendo no programa de estimulação as práticas de exercício físico e estimulação multisensorial e cognitivas, como instrumentos de estimulação a uma amostra ampliada de idosos de centros comunitários, instituições de Longa Permanência e da comunidade em geral, de

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Identificação do Voluntário:
--

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO: Doenças neurodegenerativas crônicas na Amazônia brasileira: o impacto da infecção e da inatividade sobre o curso temporal das demências.

Prezado Sr. (a):

A pesquisa “Doenças neurodegenerativas crônicas na Amazônia brasileira: o impacto da infecção e da inatividade sobre o curso temporal das demências” é realizada por docentes e discentes da Universidade Federal do Pará, em associação ao Hospital Universitário João de Barros Barreto como trabalho científico, e tem como objetivo a implantação de novas metodologias de avaliação cognitiva e investigar a hipótese de que uma infecção sistêmica pode promover a aceleração do curso temporal de doenças neurodegenerativas crônicas e estabelecer o papel do exercício físico e intervenção fonoaudiológica como fator neuroprotetor em pacientes com declínio cognitivo leve e moderado na doença de Alzheimer. Com esse estudo, pretende-se investigar, através de testes neuropsiquiátricos e de exames laboratoriais, a presença concomitante de infecção e perda de memória em pacientes que procuram o hospital para atendimento, idosos e adultos jovens da comunidade em geral; investigar através de acompanhamento dos pacientes com sinais de demência em estágios iniciais se associado à um episódio de infecção ocorre agravamento da perda de memória e se há correlação do agravamento com níveis aumentados de interleucina 1 β encontrada no exame de sangue e com o desempenho nos testes de memória e de linguagem; estabelecer o protocolo de administração, adaptar e validar testes neuropsiquiátricos sensíveis e criar um banco de dados para estabelecer parâmetros de normalidade para a população adulta e idosa na região metropolitana de Belém; comparar a piora cognitiva em pacientes que desenvolvem atividades neuroprotetoras (nível de atividade física e intervenção fonoaudiológica), com aqueles que não aderem às atividades e avaliar o efeito dessas atividades sobre os marcadores periféricos. Sua participação é de suma importância e consistirá em permitir que se faça os exames necessários ao acompanhamento da doença (exames clínicos, neuropsiquiátricos, entrevistas, exame de sangue através da coleta de 8ml de sangue, neuroimagem) e a aderir voluntariamente ao programa preventivo que constará de 2 sessões semanais de 60 minutos cada de atividades diversificadas programadas de acordo com a sua saúde física e mental. Em nenhuma hipótese serão divulgados dados que permitam identificação do participante. Os dados serão analisados em conjunto, guardando, assim, o absoluto **sigilo das informações pessoais**. Informamos haver quase nenhum risco aos participantes. **Sua participação é voluntária**, tendo o Sr(a) liberdade de recusar ou retirar o consentimento sem penalização, e que **não haverá pagamento** pela mesma no caso de sua participação. Comunicamos ainda que as necessidades de internação hospitalar obedecerão às mesmas regras das pessoas que não estão participando da pesquisa, portanto, não há compromisso por parte do Hospital Universitário João de Barros Barreto, em garantir internação hospitalar fora das regras estabelecidas pela Central de Leitos da Secretaria de Saúde do Município de Belém (SESMA). Após a conclusão da pesquisa, os dados serão analisados e será elaborado um trabalho pelos autores, ao qual será feita a

divulgação para meio acadêmico e científico de modo que muitos outros pacientes possam se beneficiar das medidas terapêuticas bem-sucedidas.

Eu, _____, responsável pelo paciente _____, declaro que li as informações acima sobre a pesquisa, que me sinto perfeitamente esclarecido sobre o conteúdo da mesma, assim como de seus riscos e benefícios, dando meu consentimento por expresse em participar da pesquisa.

_____ Belém, ____/____/____
Assinatura do voluntário

_____ Belém, ____/____/____
Assinatura da testemunha

_____ Belém, ____/____/____
Assinatura do sujeito que colheu o TCLE

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

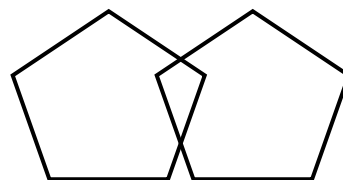
Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz

Endereço: Rua dos Mundurucus, 4487. Laboratório de Neurodegeneração e Infecção Fone: 3201-6757,
Belém Pará
CRM: 3129

ANEXO 3 – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

		MEEM				Pontuação	
Qual o dia de hoje?	() Ano	() Mês	() Dia	() Semana	() Hora		5
Onde nós estamos?	() Geral	()Específico	()Bairro	() Cidade	() Estado		5
Repita e memorize	() Vaso	() Carro	()Tijolo				3
Faz cálculos?	() 100-7	() 93-7	() 86-7	()79-7	() 72-7		5
Lembrar palavras	() Vaso	() Carro	() Tijolo				3
O que é isto?	() Caneta	() Relógio					2
Repetir	“Nem aqui, nem ali, nem lá”						1
Ler e executar	“Feche os olhos”						1
Executar ordem	() Mão direita	() Dobrar ao meio	() Pôr no chão				3
Escrever uma frase	“algo que tenha sentido. Que tenha início, meio e fim. Não pode ser seu nome próprio”						1
Copiar o desenho	“duas figuras de cinco lados intercaladas por um vértice”						1

FECHE OS OLHOS



ANEXO 4 TESTES DA BATERIA CERAD

LISTA DE PALAVRAS PARA FIXAÇÃO E RECORDAÇÃO DO CERAD					
1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa	Evocação após cinco minutos	Reconhecimento de palavras	
Manteiga	Manteiga	Praia	Manteiga	Igreja	Praia
Braço	Braço	Braço	Braço	Cabana	Bilhete
Praia	Praia	Cabana	Praia	Dólar	Hotel
Carta	Carta	Manteiga	Carta	Aldeia	Motor
Rainha	Rainha	Poste	Rainha	Cinco	Café
Cabana	Cabana	Motor	Cabana	Tropa	Chinelo
Poste	Poste	Erva	Poste	Montanha	Braço
Bilhete	bilhete	Rainha	Bilhete	Rainha	Corda
Erva	Erva	Bilhete	Erva	Manteiga	Carta
Motor	Motor	Carta	Motor	Poste	Erva
_____		(Soma=)			

ANEXO 05 VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA -SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Algu ma parte do tempo	Uma peque na parte do tempo	Nu nca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
------------	------------------------	-----------------------	----------------------------	------------------------

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeir o	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitiva - mente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5