

# EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO

## MELHORE SUA MEMÓRIA



FRANCISCO HOLANDA CAVALCANTE NETO  
JÔNATAS DE FRANÇA BARROS  
HUDDAY MENDES DA SILVA  
PATRICK RAMON STAFIN COQUEREL  
MARYANA PRYSILLA S. DE MORAIS  
DENIZE MOTA NASCIMENTO  
MÉRCIA VITORINO DA COSTA  
FRANCIANE BOBINSKI  
ANDRÉ RIBEIRO DA SILVA

# EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO

## MELHORE SUA MEMÓRIA



FRANCISCO HOLANDA CAVALCANTE NETO  
JÔNATAS DE FRANÇA BARROS  
HUDDAY MENDES DA SILVA  
PATRICK RAMON STAFIN COQUEREL  
MARYANA PRYSCILLA S. DE MORAIS  
DENIZE MOTA NASCIMENTO  
MÉRCIA VITORINO DA COSTA  
FRANCIANE BOBINSKI  
ANDRÉ RIBEIRO DA SILVA

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E96      Exercício físico aeróbico [recurso eletrônico] : melhore sua memória / Francisco Holanda Cavalcante Neto... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-968-4  
 DOI 10.22533/at.ed.684202401

1. Aptidão física. 2. Exercícios aeróbicos. 3. Memória.  
 I. Cavalcante Neto, Francisco Holanda. II. Barros, Jônatas de França.  
 III. Coquerel, Patrick Ramon Stafin. IV. Silva, Hudday Mendes da.  
 V. Morais, Maryana Priscilla Silva de. VI. Costa, Mércia Vitoriano da.  
 VII. Nascimento, Denize Mota. VIII. Bobinski, Franciane. IX. Silva, André Ribeiro da.

CDD 613.71

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a quem devo todas as graças alcançadas em minha vida, que fonte de inspiração e me deu a oportunidade de lutar e vencer, iluminando meus caminhos e afagando-me em momentos de dificuldade.

Aos meus pais Joaquim Reinaldo e Maria das Graças, por ter me dado vida e me ensinar a viver com dignidade, que se doaram por inteiro a nossa família, muitas vezes renunciando aos seus sonhos para que pudéssemos realizar os nossos e por ter me incentivado na busca pelo conhecimento, essa é uma conquista não só minha, mas também de vocês dois e para vocês dois. Amo infinitamente vocês.

Aos meus irmãos, Jardel, Thenise e David, que foram meus confidentes e companheiros, que juntos brigamos, nos amamos, nos divertimos, que me cobraram, mas que acima de tudo estiveram ao meu lado em todas as situações.

Aos meus amados sobrinhos, Maria Clara, Sophia e Jordi que chegaram a esse mundo para alegrar ainda mais nossa família, que me fizeram sentir um pouco da emoção de ser pai ao ajudar a cuidar e educar e também a alegria de ser criança ao brincarmos e nos divertimos juntos.

À minha amada companheira, Manu, pelo seu apoio, dedicação e amor que estamos vivendo ao longo desses últimos oito anos de relacionamento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jônatas de França Barros, pela paciência, compreensão e, sobretudo pelo incentivo e confiança demonstrada ao longo desses últimos seis anos de parceria.

Ao Prof. Me. Patrick Ramon Stafin Coquerel, pelas contribuições ao meu crescimento humano e profissional, me incentivando a busca pelo conhecimento para a compreensão mais holística a respeito do envelhecimento humano.

Ao Prof. Esp. Raimundo Nonato Nunes, que há oito anos me ofereceu a oportunidade de trabalhar com o público idoso no projeto “Camin’água”, sendo esse o embrião do nosso Laboratório de Atividade Física e Saúde (LAFIS) e do Grupo de Pesquisa e Atividade Física e Exercício Físico em Populações Especiais (GPAEF).

Aos idosos do projeto “Caminhada na água”, que ao longo desses últimos anos fizeram com que eu tivesse a certeza em qual área queria atuar e pesquisar, com os quais criei uma relação mutua de amizade e, sobretudo respeito pelas histórias de vida de cada um que pude conhecer.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa GPAEF: Ana Charline, Ana Martha, Denize, Elmir, Fábio, Hudday, Karlla, Ludmila, Lucas, Maryana, Mércia, Pauliane, Raylla, Ricardo, Rodolfo, Rodrigo Browne, Tatiane Silva, Tatiane Alves e Yasmmin, que ao longo desses últimos quatro anos tornaram se uma segunda família para mim, me proporcionando muitos momentos de alegria, cumplicidade, dedicação e aprendizado, sem os quais não teria conseguido desenvolver esse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por ter sido fonte de financiamento e fomento via concessão de bolsa de estudo em nível

de mestrado, dessa forma me possibilitando a realização desse trabalho.

A todos os meus amigos que não foram citados, mas que contribuíram indiretamente, para a concretização desse trabalho, assim deixo meu muito obrigado.

**VAI CORINTHIANS!!!**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
REFERENCIAL TEÓRICO	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
MATERIAL E MÉTODOS	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
CONCLUSÃO	
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>40</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>53</b>
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	<b>57</b>

## EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO COM ESTIMULAÇÃO COGNITIVA SOBRE A MEMÓRIA E CONCENTRAÇÕES SÉRICA DO BDNF EM IDOSOS

O envelhecimento humano é caracterizado por diversas alterações fisiológicas e funcionais que podem ser influenciadas por fatores genéticos, ambientais e estilo de vida. Dentre as consequências dessas mudanças estão os déficits cognitivos, sobretudo da memória, afetando as atividades da vida diária dessa população. Intervenções com treino cognitivo, bem como o exercício físico tem sido amplamente indicado como intervenção para promoção da saúde cognitiva, no entanto estudos que investigam exercício físico aliado à estimulação cognitiva, ainda são escassos e inconclusivos.

**Objetivo:** Verificar os efeitos de uma sessão de exercício físico aeróbico conjugado a estimulação cognitiva no desempenho da memória e no aumento do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) em idosos. **Material e Métodos:** O presente estudo caracterizou como quase experimental, com delineamento crossover randomizado, realizado com 30 idosos de ambos os sexos ( $69,3 \pm 5,8$  anos de idade;  $29,7 \pm 3,9$  kg.cm<sup>-2</sup>), foram submetidos a três diferentes sessões, sendo duas de exercício físico (sessão com exercício automático e sessão com estímulos cognitivos) e uma sessão controle, cada sessão teve duração de 50 minutos. A memória foi avaliada com o teste de lista de palavras, realizou-se também uma coleta sanguínea antes e após cada sessão a fim de avaliar a variação da quantidade sérica do BDNF. Após a coleta foi verificado a normalidade e homogeneidade das variâncias. Utilizou-se ANOVA two-way de medidas repetidas para comparação entre e intrasessões das concentrações de BDNF e memória. Adotou-se como nível de significância estatística o  $p < 5\%$ .

**Resultados:** Na memória, as sessões não foram diferentes entre si ( $F(2, 89)=0,36$ ,  $P=0,697$ ,  $\eta^2_p=0,008$ ), no entanto, houve um efeito significativo no tempo, apontando que houve redução do desempenho pós exercício de memória em todas as sessões, tanto para memória de curto prazo, controle ( $P=0,002$ ), automático ( $P<0,001$ ) e exercício com estimulação ( $P=0,023$ ), quanto para Memória de trabalho, automático ( $P=0,012$ ) e exercício com estimulação ( $P=0,015$ ). Nos níveis de concentração do BDNF, as sessões não foram diferentes entre si ( $F(2, 90)=0,06$ ,  $P=0,941$ ,  $\eta^2_p=0,001$ ), do mesmo modo, não houve significância na interação tempo  $\times$  sessão ( $F(2,90)=1,37$ ,  $P=0,260$ ,  $\eta^2_p=0,029$ ) e no tempo,  $F(1, 90)=0,14$ ,  $P=0,712$ ,  $\eta^2_p=0,002$ . **Conclusão:** O

exercício aeróbio simultâneo a estimulação cognitiva com intensidade moderada não é suficiente para aumentar o fator neurotrófico derivado do cérebro, podendo prejudicar o desempenho da memória em tarefas realizadas logo após o exercício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Exercício aeróbio; estimulação cognitiva; plasticidade cognitiva; envelhecimento.

## ACUTE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE WITH COGNITIVE STIMULATION ON MEMORY AND SERUM BDNF CONCENTRATION IN THE ELDERLY

Human aging is characterized by different physiological and functional changes that may be influenced by lifestyle, genetic and environmental factors. Among the consequences of these changes are cognitive deficits, principally memory, affecting the activities of daily life of elderly. Cognitive training intervention combined with exercise has been widely indicated as an alternative to promote cognitive health, however, studies investigating exercise combined with cognitive stimulation are still rare and inconclusive. **Objective:** To determine the effects of the combination of single session aerobic exercise with cognitive stimulation over memory performance and increased Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in the elderly. **Methods:** This study was characterized as almost experimental, with randomized and crossover design, fulfill with 30 elderly men and women ( $69.3 \pm 5.8$  years;  $29.7 \pm 3.9$  kg.cm<sup>-2</sup>) who were subjected to three different sessions, including two sessions of physical exercise (one with automatic exercise and other with cognitive stimulation) and a control session, each session lasted 50 minutes. The memory was evaluated using the word list test, also serum BDNF was measured from blood sampling immediately before and immediately after each session. After the collection, was found normality and homogeneity of variances. We used two-way ANOVA to compare repeated measures both the concentration of BDNF and as the memory test between sessions and the session itself. We adopted as statistically significant level  $p < 5\%$ . **Results:** In relation to memory, the sessions were not different from each other ( $F(2, 89) = 0.36$ ,  $P = 0.697$ ,  $\eta^2_p = 0.008$ ), however, there was a significant effect in relation to time, indicating that there was a reduction of memory performance in post exercise in all sessions for both the short term memory (control –  $p = 0.002$ , automatic –  $p < 0.001$  and exercise with stimulation –  $p = 0.023$ ) and for work memory (automatic –  $p = 0.012$  and exercise with stimulation –  $p = 0.015$ ). In relation to the levels of concentration of BDNF, the sessions were not different each other ( $F(2, 90) = 0.06$ ,  $P = 0.941$ ,  $\eta^2_p = 0.001$ ), in the same way, there was no significance in interaction time  $\times$  session ( $F(2, 90) = 1.37$ ,  $P = 0.260$ ,  $\eta^2_p = 0.029$ ) and in time ( $F(1, 90) = 0.14$ ,  $P = 0.712$ ,  $\eta^2_p = 0.002$ ). **Conclusion:** Moderate intensity aerobic exercise simultaneously with cognitive stimulation is not enough to increase the brain-derived neurotrophic factor, which may negatively affect the performance of memory in tasks

performed soon after exercise.

**KEYWORDS:** Exercise aerobic, cognitive stimulation, cognitive plasticity, Aging.

## 1.1 Fundamentação do problema do estudo

O envelhecimento humano é um processo natural, no qual há diversos fatores que irão influenciar nas mais variadas alterações morfológicas e funcionais. As alterações morfofuncionais comprometerão as capacidades físicas diminuindo assim a autonomia funcional desses indivíduos, da mesma forma o envelhecimento do cérebro é inevitável, mesmo em indivíduos saudáveis, aumentando o risco de demência e a prevalência de patologias neurodegenerativas com o avanço da idade (MOTTA, 2004; PAILLARD, 2015).

A predisposição genética para o desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas faz com que tenhamos um olhar cuidadoso para o histórico familiar dessa população, como também para fatores ambientais que possam influenciar o surgimento de patologias associadas (SIQUEIRA, 2014). Dessa forma, os fatores ambientais podem influenciar negativamente ocasionando alterações no cérebro durante o decorrer do processo de envelhecimento, estão incluídos nessas variáveis os hábitos de vida, alimentação saudável, qualidade no sono, relações sociais e familiares e prática de atividades físicas, dessa forma, esses comportamentos devem ser priorizados em virtude da promoção da saúde do idoso (PIMENTA et al., 2011; PAILLARD, 2015).

O declínio das funções cognitivas pode ser bastante significativo na população idosa, sendo percebido na memória (capacidade de registrar informações, lembrar e depois usa-las), atenção (capacidade de foco em uma determinada tarefa), percepção (capacidade de distinguir estímulos em um determinado ambiente) e função executiva que é o planejamento e execução de tarefas. Essas perdas cognitivas podem ocorrer devido a doenças neurodegenerativas como Alzheimer, no entanto, apresentam-se também em indivíduos saudáveis devido ao desuso das funções, bem como por fatores psicológicos e sociais. (IRIGARAY; GOMES FILHO e SCHNEIDER, 2012).

O déficit cognitivo e a demência são focos de preocupações na área de investigações sobre o envelhecimento humano, sendo considerados riscos relativos a mortalidade. Dessa forma o estado das funções cognitivas tem sido associado à saúde, funcionalidade, bem como com a longevidade da população idosa

(MEREGE FILHO et al., 2014).

Assim, tem-se investigado o efeito de intervenções na manutenção e melhora dessas capacidades. As intervenções cognitivas a partir de treinos cognitivos apresentaram efeitos positivos, sugerindo-se que é possível aumentar o desempenho cognitivo em indivíduos saudáveis (MEREGE FILHO et al., 2014). No entanto, essa melhora pode se restringir ao processo cognitivo treinado, não havendo efeito nos demais, assim sendo, para que se possam obter melhoras globais nos processos cognitivos são necessárias incluir tarefas que exijam o uso dos diversos processos cognitivos (HERMAN et al., 2010).

O exercício físico aeróbio vem sendo amplamente estudado, mostrando ser capaz de promover melhoras nas funções cognitivas (SILVA, NAVARRO e CAMPOS, 2007; SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014). Alguns autores sugerem que os efeitos do exercício na cognição dependem da natureza da tarefa cognitiva exigida, apontando que exercício de natureza automatizada tenha menor impacto comparado a exercícios que exijam o processamento executivo (HILLMAN, SNOOK e JEROME, 2003; ANTUNES et al., 2008; PARITO e FORTUNATO, 2012)

Os benefícios do exercício na cognição do idoso podem ser explicados pelos seguintes mecanismos fisiológicos, maior fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício, aumentando assim maior oferta de nutrientes e oxigênio para o metabolismo cerebral e aumento na expressão de fatores neurotróficos, dentre eles o BDNF que é um dos responsáveis pela regulação e plasticidade sináptica no sistema nervoso periférico e central, bem como na formação de novas redes neuronais, aumentando a eficiência na transmissão sináptica (MEREGE FILHO et al., 2014). Essa proteína ainda atua na proteção e promoção do desenvolvimento neuronal, crescimento e remodelamento axonal (KNAEPEN e COL, 2010).

O exercício físico em meio aquático tem sido uma das principais modalidades indicada para a população idosa, pois pode trazer benefícios semelhantes a exercícios em meio terrestre, no entanto, oferecendo maior segurança na execução de exercícios e menor risco de lesões (FEDOR; GARCIA e GUNSTAD, 2015), isso ocorre devido as características físicas da água, como empuxo, densidade e pressão hidrostática que proporcionam ganho de estabilidade, equilíbrio, diminuição do impacto sobre as articulações e conseqüentemente aumenta-se a possibilidade de exploração do repertório motor, uma vez que o risco de queda é diminuído. Em estudo recente Fedor, Garcia e Gunstad (2015), avaliaram idosos submetidos a treinamento aeróbio em meio aquático, onde foi evidenciado que além de ganhos no condicionamento aeróbio também houve melhora no desempenho de memória.

Alguns autores têm indicado que os efeitos do exercício na memória podem ser aumentados a partir de tarefas cognitivas de maior complexidade (ANDRADE et al., 2011; ANTUNES, et al., 2006), bem como com exercícios físicos de intensidade moderada a vigorosa (ERICKSON e KRAMER 2008; RADAK e COL., 2006; VAN PRAAG, 2009). Esses achados levaram a hipótese que a realização simultânea

de exercícios aeróbios e a estimulação cognitiva pudessem aumentar os ganhos (FORTE et al., 2013). No entanto, ainda são escassos e inconclusivos os estudos que investiguem o efeito no desempenho de memória, e expressão de BDNF a partir de intervenções que combinem o exercício aeróbio a estimulação cognitiva “treino cognitivo” na população idosa, dessa forma torna-se um campo promissor para estudos nessa área do conhecimento.

## 1.2 Problema do estudo

Quais os efeitos de uma sessão de exercício físico aeróbio combinado a estímulos cognitivos sobre a quantificação sérica do BDNF, função executiva e memória em idosos com diferentes níveis de condicionamento físico?

### Objetivos

#### *Objetivo geral*

Verificar os efeitos de uma sessão de exercício físico aeróbio conjugado com estimulação cognitiva sobre as concentrações séricas de BDNF e no desempenho de memória em idosos.

#### Objetivos Específicos

Investigar a diferença entre as sessões quanto o desempenho em testes de memória logo após o exercício;

Investigar a diferença entre as sessões quanto às concentrações séricas de BDNF.

#### *Relevância do estudo*

Investigações a respeito da relação entre exercício físico e funções cognitivas (Memória) tornam-se relevante em virtude desses aspectos serem um importante preditor do desenvolvimento de doenças neurodegenerativas em idosos, assim também como vem sendo associada a uma melhor autonomia e independência funcional do idoso, assumindo importante papel na longevidade dessa população.

Dessa forma, a memória é imprescindível nas atividades da vida diária de idosos, sendo utilizadas para a realização das mais variadas tarefas, desde um simples armazenamento de informações como: listas de compras, endereços e telefones, até tarefas mais complexas que exijam o intelecto ou recordação de uma informação para resolução de um dado problema (MOTTA, 2004; SILVA et al., 2008).

O processo de envelhecimento vem sendo associado ao declínio das funções cognitivas e o surgimento de doenças neurodegenerativas, bem como ao aumento da

dependência dos recursos sociais (ÁVILA e MIOTTO, 2012). Porém, estudos mostram que o exercício pode exercer influência sobre a incidência dessas doenças, podendo tratar e até prevenir (SOUZA et al., 2014; ÁVILA e MIOTTO, 2012). Entretanto, o experimento em questão pode torna-se uma possibilidade de intervenção para um programa de exercício comprobatório de resultados positivos quanto aos efeitos da estimulação cognitiva combinada ao exercício aeróbico em relação aos fatores neurogênicos e funções cognitivas em idosos.

### *Hipóteses de estudo*

Hipótese Nula (H0): Não há alterações significativas no desempenho de memória e BDNF em idosos submetidos a uma sessão de exercício aeróbico com estimulação cognitiva.

Hipótese Alternativa (H1): Há alterações significativas no desempenho de memória e BDNF em idosos submetidos a uma sessão de exercício aeróbico com estimulação cognitiva.

### 2.1 Envelhecimento

A expectativa de vida vem aumentando nos últimos anos, sendo diagnosticado como um fenômeno mundial, estima-se que em 2050, haverá 2 bilhões de pessoas idosas no mundo (Organização Mundial da Saúde, 2012). No Brasil o número de idosos vai quadruplicar até 2060, passando de 14,9 milhões em 2013, para 58,4 milhões em 2060 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012). A partir dessas progressões tem se preocupado em fazer com que essa população tenha um envelhecimento saudável o que engloba a interação entre saúde física, saúde mental, autonomia funcional, interação social e independência financeira (RAMOS, 2003). Essa preocupação se torna um desafio, pois o envelhecimento vem sendo associado a diversas alterações fisiológicas que irão acometer as principais funções fisiológicas e neurológicas, comprometendo assim as capacidades físicas e cognitivas (ROCHA et al., 20013).

Uma das principais alterações ocasionadas pelo envelhecimento está relacionada ao sistema neuromuscular, onde há uma perda de força muscular, resistência e velocidade de contração muscular, essas alterações ocorrem devido à perda gradual e progressiva de massa magra sendo por vezes substituída por tecido adiposo ou colágeno (BONARDI et al., 2007). Constatam-se também modificações bastante perceptíveis na composição corporal. Na estatura, por causa da compressão vertebral no decorrer dos anos e outras possíveis deformações na coluna, como lordose, cifose e/ou escoliose. Sendo, geralmente, mais acentuadas em indivíduos do sexo feminino em função da menopausa (CABRERA e JACOB, 2001).

Durante o processo de envelhecimento também é possível notar o declínio de algumas funções cognitivas como, atenção e memória, ocorrendo isso mesmo em idosos saudáveis (IRIGARAY et al., 2012). O declínio dessas funções ocorre devido alterações morfológicas e fisiológicas no cérebro, que induzem a perda de neurônios, morte celular, menor velocidade e quantidade de sinapses, está também associado à falta de estimulação e uma menor reserva cognitiva, esses aspectos contribuem para que os processos cognitivos sejam danificados gradualmente com a progressão da idade. (DIAS e LIMA, 2012).

O declínio das funções cognitivas e físicas associadas ao envelhecimento tem

desde implicações econômicas a sociais, por tanto, a manutenção da saúde durante o processo de envelhecimento, proporcionando autonomia funcional e independência aos idosos pode se considerar benéfica não só para o indivíduo, mas também para a sociedade. Dessa forma é necessário o planejamento de intervenções com o propósito de minimizar as alterações fisiológicas no processo de envelhecimento, podendo se considerar a prática de exercício físico como uma dessas alternativas (SALIN et al., 2011).

Segundo Antunes et al. (2006), sujeitos que se mantêm moderadamente ativos correm menor risco de passar por desordens mentais se comparados com sedentários, dessa forma sugere-se que os exercícios físicos proporcionam benefícios na função cognitiva. Um dos mecanismos responsáveis pela mediação dos efeitos da atividade física sobre as funções cognitivas seria a melhor oxigenação cerebral causada pelo aumento do fluxo sanguíneo devido ao exercício, assim facilitando a síntese, ação e metabolismo de neurotransmissores, conseqüentemente melhorando as funções cognitivas, também tem sido considerado como explicação o aumento de enzimas antioxidantes diminuindo assim o estresse oxidativo no sistema nervoso central (RADÁK et al., 2001).

## 2.2 Funções cognitivas

As funções cognitivas são dadas pela interação de diversas ferramentas mentais que nos permitem formar estruturas complexas a fim de produzir respostas a estímulos externos, possibilitando assim à aprendizagem, o raciocínio para desenvolver estratégias e a capacidade de acessar memórias (DINIZ et al., 2013; FONSECA., 2014).

A cognição tem múltiplas expressões de seus processos e funções, dentre eles a memória e função executiva vem sendo bastante investigados (ANDRADE et al., 2011; ANTUNES et al., 2006; MEREGE FILHO et al., 2014; RADAK et al., 2006), pois são as principais queixas da população idosa que são afetadas por déficits cognitivos, uma vez que a dificuldade no armazenamento de informações e de resgata-las podem gerar perda da autoestima, auto eficácia rebaixada, isolamento da sociedade e do ambiente familiar (CORDEIRO et al., 2014; FABRÍCIO et al., 2012).

Sobre os tipos de memória existentes, a memória de trabalho (MT) é um sistema utilizado em situações rápidas (poucos segundos), tendo a capacidade de armazenar poucas informações, no entanto, o suficiente para gravar números de telefones, disca-los e em seguida descartar a memória (DINIZ et al., 2013). O sistema de armazenamento da memória de trabalho atua guardando informações somente no momento em que determinada tarefa é executada está sendo realizada. (MEREGE FILHO et al., 2014; MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001).

A memória de curto prazo também tem um importante papel, pois a partir dela

fazemos os primeiros registros de armazenamento de informações, posteriormente podemos descartá-la ou se “necessário” transformamos essa informação em memória de longo prazo. Essa memória guarda informações por um período limitado de tempo, alguns autores sugerem a divisão dela em ela memória imediata e memória de trabalho (MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001).

A memória de curto prazo se dá pela ativação especialmente do córtex pré-frontal dorsolateral, do córtex parietal e suas conexões: via córtex entorrinal, como o hipocampo, a amígdala e o córtex temporal inferior (NARDI, VIEIRA e OLIVEIRA, 2013). O impulso elétrico faz com que determinados neurônios permaneçam disparando potenciais de ação durante alguns segundos, guardando temporariamente a informação, apenas durante o tempo em que a mesma é necessária, extinguindo-a logo em seguida, esse tipo de fenômeno tem duração extremamente efêmera (30 a 60 segundos) e não forma traços bioquímicos, o que dificulta a formação de memórias de longo prazo (MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001)

A memória de trabalho guarda informações por um tempo um pouco maior (minutos e até horas), no entanto, apenas o tempo necessário para se executar uma determinada tarefa, no caso desse tipo de memória parece haver uma relação entre circuitos neuronais do córtex pré-frontal e lobo temporal que se ligam ao córtex temporal e hipocampo. Assim como na memória imediata não há rastros bioquímicos pois o funcionamento desses circuitos é rápido, dificultando a formação de memórias de longo prazo (RADAK et al., 2006).

As funções executivas são processos mentais complexos pelos quais o indivíduo aperfeiçoa o seu desempenho cognitivo, aperfeiçoa as suas respostas adaptativas e o seu desempenho comportamental em situações que requerem a operacionalização, a coordenação, a supervisão e o controle de processos cognitivos e conativos, básicos e superiores. (FONSECA, 2014).

Assim, função executiva tem sido definida como um conjunto de habilidades, que se integram, possibilitando o planejamento e execução de tarefas voluntária a partir de um planejamento prévio do indivíduo (DINIZ et al., 2013). Essa organização do pensamento ocorre a partir de uma avaliação e adequação de estratégia mais eficiente para se atingir o objetivo pretendido resolvendo assim um dado problema (MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001).

Sempre que é necessária a elaboração de um plano de ação ou formular uma sequência de resposta mais esquematizada, recorreremos à função executiva, dessa forma podemos dizer que ela compreende fenômenos de flexibilidade cognitiva e de tomada de decisões (MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001; YASSUDA et al., 2006).

A função executiva ocorre por meio da ativação de redes neurais, distribuídas nas áreas associativas, sobre tudo no córtex pré-frontal (MOURÃO JUNIOR e MELO, 2001). O Córtex pré-frontal mantém comunicação com todas as outras áreas, sendo a região mais conectada, por isso coordena e integra as várias funções cognitivas (FONSECA, 2014).

## 2.3 BDNF (Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro)

O BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro) é uma proteína de fundamental importância no sistema nervoso central, é normalmente encontrada no hipocampo, no córtex cerebral e também no sistema nervoso periférico, sendo crucial em processos adaptativos no cérebro adulto e assumindo importante papel no desenvolvimento das capacidades cognitivas, tendo em vista que é responsável pela plasticidade neural e neuroproteção (SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014; JEON e HO HÁ, 2015).

Os processos cognitivos podem ser afetados pelo o BDNF, uma vez que esse fator neurotrófico atua na sobrevivência de neurônios, incluindo a diferenciação das células do tecido nervoso, crescimento de dendritos e axônios e modulação da plasticidade sináptica no hipocampo, bem como a neurogênese (KNAEPEN et al., 2010; JEON e HO HÁ, 2015).

Estudos têm demonstrado que níveis elevados de BDNF podem ser benéficos a vários processos cognitivos, uma vez que foi verificada uma associação com melhor reconhecimento espacial e memória verbal assim como melhor funcionamento hipocampal (PERITO e FORTUNATO, 2012; SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014).

Em contrapartida tem se observado uma associação entre baixos níveis dessa neurotrofina com volumes reduzidos de massa cinzenta do córtex pré-frontal, esses achados sugerem uma redução na taxa de sobrevivência e neurogênese (PERITO e FORTUNATO, 2012). Idosos com atrofia no hipocampo também apresentaram níveis reduzidos desse fator neurotrófico (SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014). Tais danos foram observados especificamente em idosos, e embora não tenha sido apresentada uma relação de causalidade, já se investiga a relação desse marcador fisiológico com doenças neurodegenerativas como o Alzheimer, com a finalidade de diminuir os efeitos deletérios da patologia (BEERI e SONNEN, 2016).

A síntese de BDNF é realizada nos corpos celulares dos neurônios sensoriais e no hipocampo, sendo sua liberação influenciada pela excitabilidade sináptica (HAS et al., 2010), no entanto, quando relacionamos a síntese ao exercício, Matthews et al. (2009), defende que a contração muscular também seja um dos responsáveis pelo mecanismo fisiológico de aumento do BDNF. Por sua vez Rasmussen et al. (2009), sugere que o cérebro seja a principal fonte do BDNF, tendo uma contribuição de 70% a 80% durante o exercício em relação aos níveis plasmáticos de BDNF circulante após uma sessão de exercício aeróbio.

O exercício físico aeróbio e a aprendizagem têm sido relatados como intervenções que induzem uma cascata de processos moleculares e celulares que podem contribuir para o aumento na síntese do BDNF, conseqüentemente aumento na plasticidade sináptica e neurogênese (JEON e HO HÁ, 2015). Dessa forma, o exercício físico é uma alternativa não medicamentosa de prevenir os efeitos deletérios

do envelhecimento nas funções cognitivas (SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014). No entanto, para se obter resultados mais expressivos é necessário a realização de exercícios de moderada a alta intensidade, uma vez que, exercícios realizados em intensidades menores não tiveram efeitos significativos (HASSELBALCH, WALDEMAR e SIMONSEN 2015).

O aumento da expressão do BDNF ocasiona efeitos benéficos nos processos cognitivos, no entanto quando avaliados o BDNF e a cognição em uma mesma sessão de exercício de modo agudo, as respostas poderão seguir direções opostas quando for utilizada intensidade vigorosa, uma vez que a expressão do BDNF é aumentada nesta situação (KNAEPEN, et al., 2010) e o desempenho cognitivo tende a ser reduzido em exercícios vigorosos e de longa duração, pois a fadiga irá prejudicar tarefas cognitivas realizadas logo após a sessão (TOMPOROWSKI, 2013), tal situação não se repete quando avaliada de forma crônica, pois os benefícios fisiológicos influenciarão também o desempenho cognitivo.

## **2.4 Exercícios físicos, estimulação cognitiva e funções cognitivas**

Os benefícios oriundos da prática de atividade física no processo de envelhecimento têm sido largamente descritos, dos quais podemos citar a diminuição no risco de quedas e fraturas comuns a essa população, aumento de força muscular, flexibilidade e condicionamento físico (SALIN et al., 2001). A melhora nessas capacidades físicas irá proporcionar ao idosos um melhor tempo de reação, melhorando a mobilidade, aspectos que são levados em consideração quanto à autonomia funcional de idosos (HELRIGLE, 2013).

Pesquisas recentemente tem sugerido também que um melhor condicionamento físico está associado a um melhor funcionamento cognitivo, esse processo pode ser mediado pela maior eficiência vascular cerebral decorrente de um melhor condicionamento aeróbio (DINIZ et al., 2013; TYNDALL et al., 2013).

O exercício físico aeróbio poderia trazer melhorias cognitivas após uma única sessão de exercício físico a partir do aumento do fluxo sanguíneo (MEREGE FILHO et al., 2014). O exercício promove uma redistribuição a fim de dar suporte à demanda energética de áreas cerebrais em pleno funcionamento, assim é observado um aumento do fluxo nas áreas pré-motora, motora suplementar e sensoriomotora, fornecendo assim maior quantidade de substrato energético, síntese e utilização de neurotransmissores, dessa forma especula-se que essa redistribuição pode estar relacionada ao melhor desempenho em tarefas cognitivas (ANTUNES et al., 2006; MEREGE FILHO et al., 2014).

Há evidências que sugerem que a melhora na cognição pode ocorrer por meio do aumento da síntese de neurotransmissores, o exercício físico atuaria na ativação de catecolaminas cerebrais, promovendo sua entrada através da barreira hematoencefálica, o aumento da temperatura corporal induzida pelo exercício,

aumenta a permeabilidade facilitando a entrada das catecolaminas no sistema nervoso central (ERICKSON et al., 2009; MEREGE FILHO et al., 2014)..

O exercício físico ainda pode ocasionar adaptações em estruturas cerebrais e promover a plasticidade neural. Estudos sugerem que indivíduos submetidos a exercícios apresentam maior ativação nas regiões corticais pré-frontal e parietal, quando comparados indivíduos controles não treinados. (MEREGE FILHO et al., 2014). O exercício pode também induzir o aumento da síntese de neurotransmissores como noradrenalina e endorfina, e fatores neurotrófico como o BDNF e/ou outros estimuladores neurogênicos que agiriam na manutenção das funções cerebrais e plasticidade, melhorando assim a cognição (SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014; MEREGE FILHO et al., 2014; JEON e HO HÁ, 2015).

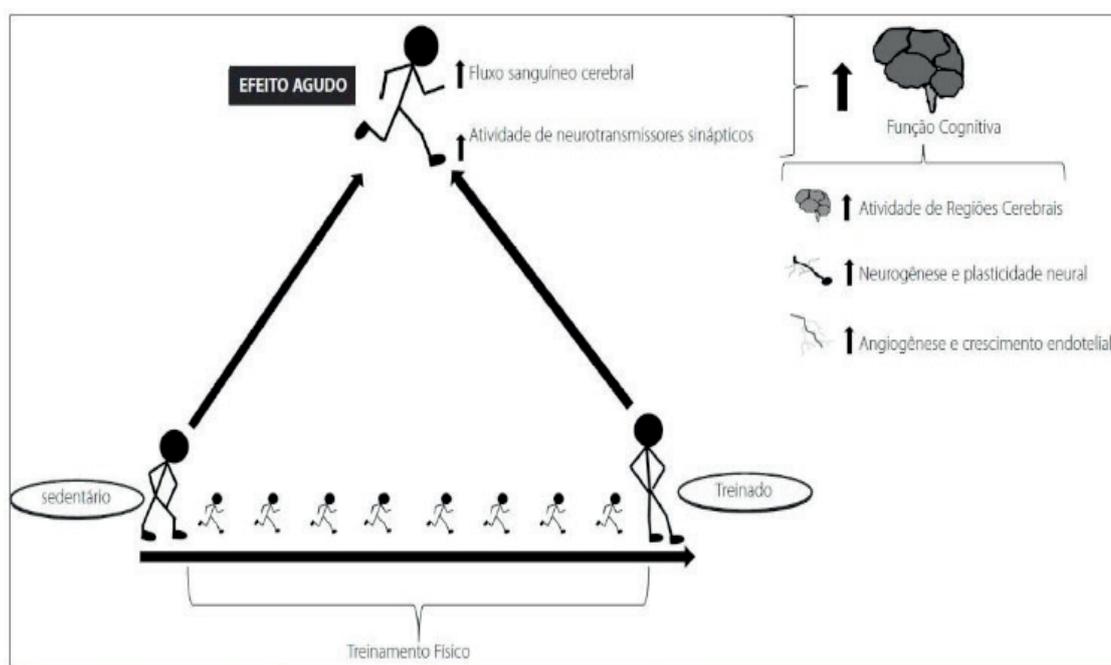


Figura 1– Mecanismos fisiológicos que explicariam o papel agudo do exercício sobre a cognição. Fonte – Adaptado de Meregge Filho et. Al., (2014)

A auto eficácia pode ser também uma das causas que contribuem para os déficits cognitivos em idosos, uma vez que esses indivíduos são suscetíveis à auto eficácia rebaixada, isso pode levar a insegurança, podendo afetar negativamente o desempenho cognitivo (FABRÍCIO et al., 2012; CORDEIRO et al., 2014). Dessa forma, intervenções com treino cognitivo também têm sido investigadas, com o objetivo de incentivá-los e melhorar o desempenho cognitivo através de estratégias de memorização aprendidas ou construídas, esses estudos sugerem que ocorre aumento no desempenho e manutenção de habilidades cognitivas em idosos saudáveis, os treinos têm como objetivos maximizar as funções cognitivas e prevenir futuros declínios cognitivos (IRIGARAY, 2012).

Sendo assim, treino cognitivo pode ocasionar compensação dos déficits, indicando que os idosos saudáveis podem ser capazes de aproximar seu desempenho

atual ao desempenho máximo possível, revelando plasticidade cognitiva (YASSUDA et al., 2006).

Indivíduos submetidos a intervenções com treino cognitivo constroem novas estratégias de categorização de informações melhorando a eficiência na memorização, essas intervenções parecem estimular níveis residuais de plasticidade associados ao processo de envelhecimento (FABRÍCIO et al., 2012; IRIGARAY et al., 2012). As estratégias utilizadas mentalmente pelos indivíduos são constituídas pela criação de imagens mentais, como a categorização de informações já citada, como também associação verbal e método dos lugares (FABRÍCIO et al., 2012; IRIGARAY, 2012).

Apesar dos estudos citados apresentarem resultados significantes, são observados ganhos somente em tarefas específicas que foram envolvidas nas atividades, não sendo comentados resultados em outros processos cognitivos, dessa forma, diversos autores sugerem que para uma maior magnitude nos efeitos sejam incluídas tarefas que exijam a utilização de outros processos cognitivos ou a combinação da intervenção cognitiva com o exercício aeróbio (FORTE et al., 2013)

Dessa forma, inúmeros estudos têm investigado intervenções que possam ser ainda mais eficazes na prevenção do declínio das funções cognitivas e/ou diminuição dos efeitos provocados pelo envelhecimento e por doenças neurodegenerativas (ANTUNES et al., 2006; AGUIAR et al., 2007; EGGENBERGER et al., 2015; SECO et al., 2014; FABRE et al., 2002). Assim sendo, a utilização de exercícios simultâneos tem sido cada vez mais investigada. Os autores sugerem que a melhora pode ser ocasionada devido à situação de dupla tarefa, onde se exige um recrutamento dos processos cognitivos, promovendo a plasticidade cerebral e simultaneamente demanda ações motoras que poderão melhorar os componentes da aptidão física, que também são afetados negativamente com o envelhecimento (DIAS e LIMA, 2012).

Teixeira et al., (2012), investigaram um treinamento motor/cognitivo (SQUARE STEPPING EXERCISE), onde obtiveram resultados efetivos, quando comparado com treinamento com exercícios básicos. Dias e Lima (2012), investigaram idosos submetidos à estimulação cognitiva simultânea a movimentos corporais e comparou com intervenção com estimulações cognitivas tradicionais, ambas as sessões com duração de 60 minutos. Foi observado resultados semelhantes em ambas intervenções no desempenho de tarefas cognitivas.

Recentes estudos também têm investigado a estimulação cognitiva e o exercício a partir da dupla tarefa (Dual task) (FATORI et al., 2015; FRITZ et al., 2015; KITAZAWA et al., 2015), estes estudos indicam que a intervenção é capaz de melhorar tanto o desempenho cognitivo, quanto a marcha em idosos. No entanto, a maioria desses estudos investigou o treinamento aeróbio e não apenas uma única sessão, além disso, em recente revisão Plummer et al. (2015), apontou que os dados ainda são inconclusivos, pois a maioria dos estudos não incluem a comparação com outras intervenções (exercícios com tarefas “automatizadas” ou com uma única tarefa)

apresentando assim certas limitações, devendo estudos futuros incluir resultados de outras intervenções (única tarefa ou marcha) além de grupo controle.

### 3.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado com delineamento cruzado (TOMAS e NELSON, 2002), constituindo-se de uma intervenção aguda de exercício aeróbio com estimulação cognitiva no meio aquático em idosos. O efeito do exercício será testado por três sessões, aplicadas com intervalo mínimo de uma semana, a saber: (1) sessão controle; (2) sessão de exercício com movimentos automáticos; e (3) sessão de exercício com estimulação cognitiva. A avaliação do desempenho cognitivo e quantificação de BDNF serão realizadas previamente e após as sessões.

### 3.2 Amostra do estudo

Para o cálculo amostral, foi aplicado o poder estatístico ( $1-\beta$ ) *a priori*, utilizando-se da análise de variância (ANOVA, *analysis of variance*) empregada (Split-Plot), um *effect size* de  $f=0,30$  (considerado médio) e um alfa de 5%. Para tanto, o poder estatístico conferido a presente amostra foi de 95% ( $power = 0,95$ ). Dessa forma, serão recrutados 30 sujeitos idosos ( $\geq 60$  anos), de ambos os sexos, todos já inseridos em um programa de exercício físico em meio aquático, desenvolvido no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Foi apresentado a todos a proposta do estudo, procedimentos, benefícios e riscos aos quais seriam submetidos, após isso os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (**ANEXO 2**) e questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) (**ANEXO 3**), preenchidos e devidamente assinados. Consta ainda a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com parecer nº 719.271, na data de 30 e maio de 2014, estando totalmente de acordo com as normas da Resolução CNS. 466/12 (**ANEXO 1**).

#### 3.2.1 Critérios de inclusão

Os critérios para serem incluídos no estudo foram: i) fisicamente ativo, ser matriculado e assíduo ( $\geq 1$  ano e  $\geq 3x/semana$ , respectivamente) no projeto de extensão “Caminhada na água para idosos” na UFRN; ii) cumprir os critérios do PAR-Q para garantir que não há nenhum fator de risco em potencial para a prática de

exercício; iii); não apresentar deficiência física ou intelectual e/ou contraindicações clínicas, neuromotoras, psicológicas e/ou cognitivas; iv) não ter esquema corporal comprometido de acordo com o Teste de Imitação de Gestos (BERGES e LEZINE, 1987); v) Não ter acuidade visual comprometida de acordo com o Teste Optótipos “E”.

### *3.2.2 Critérios de exclusão*

Foram considerados os seguintes pontos como critérios de exclusão: i) fazer uso de medicamentos com reconhecidos efeitos sobre o desempenho cognitivo, o que inclui a memória; ii) lesão ou cirurgia ortopédica recente com interferência direta na marcha; iii) diagnóstico de doença neurológica; iv) acuidade visual comprometida; v) ter realizado atividades físicas extenuantes nas 24 horas antecederam as coletas sanguíneas; vi) Ter ingerido álcool ou bebidas que contenham cafeína nas 24 horas antecederam as coletas sanguíneas.

## **3.3 Avaliações Iniciais**

### *3.3.1 Medidas antropométricas e de composição corporal*

A massa corporal e a estatura foram mensuradas por uma balança digital com estadiômetro fixo (Welmy®), conforme procedimentos previamente descritos por Heyward (2000). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado considerando-se a razão entre a massa corporal em quilogramas e a estatura em metros, elevado à segunda potência ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Foi estimado o risco cardiovascular pela técnica de perimetria, medidas pela fita antropométrica (Sanny®). Sendo aferidas as circunferências de cintura, abdome, quadril. O cálculo para estimativa do risco cardiovascular foi realizado a partir da circunferência cintura e da relação cintura/quadril (RCQ).

### *3.3.2 Teste de aptidão física para idosos - TAFI*

Para avaliar o condicionamento físico dos sujeitos foi utilizado à bateria de teste de aptidão física para idosos (TAFI), propostas por Rikli e Jones (1999). Uma das vantagens do TAFI é o seu baixo custo e fácil aplicabilidade, não exigindo equipamentos sofisticados, outro ponto a destacar é que a bateria de testes avalia as principais capacidades físicas envolvidas nas atividades da vida diária do idoso, dessa forma traça um perfil da capacidade funcional dos avaliados (CAVALCANTE NETO et al., 2014).

O protocolo do teste de resistência de membros inferiores consiste em sentar e levantar da cadeira, o score é dado pelo número de execuções em 30 segundos. O teste de resistência de membros superiores consiste na flexão de cotovelo com halteres (Homens: 3kg e mulheres: 2kg) o score é dado pelo número de execuções

em 30 segundos.

O protocolo do teste de flexibilidade de membros inferiores consiste em sentar em uma cadeira com uma perna flexionada (90°) e o pé totalmente assente no solo, a outra perna estendida na direção da coxa, com o calcanhar no chão e o pé flexionado (90°), o avaliado deve tentar alcançar a ponta do pé da perna estendida, quando avaliado não alcança os dedos é marcado como valor negativo (- cm), se ultrapassar os dedos e marcado com valor positivo (+ cm).

O teste de flexibilidade de membros superiores inicia-se com o participante em pé, o mesmo deverá tocar suas costas com uma das mãos por cima do ombro e com a palma da mão voltada para as costas, enquanto com a outra mão sob o ombro e com a palma da mão voltada para fora, ele tenta aproximar os dedos médios, quando o avaliado não alcançar os dedos é marcado como valor negativo (cm), se ultrapassar os dedos e marcado com valor positivo (+ cm).

O teste de velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico consiste em a partir de uma posição sentado em uma cadeira com os pés apoiados no chão e as mãos na coxa, levantar da cadeira e caminhar rapidamente (sem correr) e dar a volta em um cone que estará a uma distância de 2,50m da cadeira, e deverá voltar a posição inicial, o score é dado pelo tempo gasto para fazer a atividade.

Para a resistência aeróbia foi utilizado o teste de marcha estacionária. Para esse teste é obtido inicialmente o ponto médio entre a patela e a crista ilíaca dos avaliados. Essa será a altura mínima em que os joelhos deverão ser elevados durante o teste. Para controlar a altura foi desenvolvido uma estrutura com canos de PVC onde se tem um elástico para determinar a altura a ser alcançada nas repetições. Ao comando, o avaliado irá realizar o movimento com os membros inferiores, simulando a marcha. A contagem ocorre toda vez que o joelho direito alcançar ou ultrapassar a altura mínima estabelecida. O score é dado pelo número de repetições em 2 minutos.

O desempenho do TAFI é avaliado a partir do score obtido em cada um dos testes, apresentando uma classificação para cada capacidade física avaliada e levando em consideração a idade do indivíduo, dessa forma, o teste tem as seguintes classificações, acima da média, faixa normal, abaixo da média e risco de perda de mobilidade funcional. Para fazer a classificação consultamos os gráficos de desempenho elaborados por Rilki e Jones (1999) (**ANEXO 8**).

### *3.3.3 Teste de imitação de gestos (BERGES e LEZINE, 1987)*

O teste de imitação de gestos foi utilizado como critério de inclusão, tendo o indivíduo que atingir um mínimo de 18 pontos ao final do teste. A avaliação é feita em uma sala fechada com um indivíduo por vez, o avaliado se posicionará de frente para o avaliador de pé e imitará os movimentos de mãos e braços que este realiza. Ao comando do avaliador o teste se inicia: **“Preste atenção”. “Você vai repetir os movimentos que eu vou fazer com as mãos e braços; olhe bem e repita o movimento”**. A pontuação é dada pelo número de acertos de repetição dos

gestos motores. As figuras que representam os 20 gestos realizados no teste estão no anexo 1 e anexo 2 (**ANEXO 5**)

### *3.3.4 Testes de acuidade visual (AV)*

A acuidade visual é o grau de aptidão do olho para identificar detalhes espaciais, ou seja, a capacidade de perceber a forma, o contorno e deslocamento de objetos e/ou pessoas (ARIPPOL, SALOMÃO e BELFORT JUNIOR, 2006). Dessa forma o teste de AV foi usado como critério de inclusão, o que nos assegurou que os sujeitos conseguiram enxergar todos os movimentos que foram propostos durante as sessões de exercício.

Os sujeitos foram submetidos à avaliação da acuidade visual em ambos os olhos através do programa computadorizado, desenvolvido e validado por Arippol, Salomão e Belfort Junior (2006). A acuidade visual foi determinada separadamente para cada olho, pelo mesmo examinador. Os sujeitos posicionaram-se sentados a 3 metros de distância do monitor do computador, com um olho ocluído por vez e instruído a identificar a orientação do optotipo “E” apresentado (Arippol, Salomão e Belfort Junior, 2006).

O optotipos “E” contêm 12 tamanhos de letras variando em progressão logarítmica de 1,0 logMAR (20/200) a -0,1 logMAR (20/10). Inicialmente, apresenta-se o logMAR (20/200) que é o de maior tamanho, onde a orientação do optotipos “E” modifica-se 5 vezes e o indivíduo deve identificar sem haver erro em nenhum dos momentos. A AV foi obtida quando pelo menos 3 letras de uma fileira foram identificadas corretamente, e nenhuma letra da fileira seguinte identificada. A acuidade visual 20/20 (0,0 logMAR) foi definida como “normal” e AV menor ou igual a 20/25 (a partir de 0,12 logMAR), como “alterada” (Arippol, Salomão e Belfort Junior, 2006).

### *3.3.5 Mini Exame de Estado Mental (MEEM)*

O Mini Exame de Estado Mental é instrumento que avalia a condição cognitiva de idosos, no entanto a avaliação se restringe a aspectos cognitivos da função mental, não podendo ser utilizado como parâmetro para diagnóstico de demência (DA CRUZ et al., 2015).

Este instrumento de rastreio cognitivo é um dos mais utilizados em todo o mundo devidos a sua fácil aplicabilidade, sendo sugerido principalmente para avaliação de grandes grupos populacionais (VIANA, RODRIGUES e TAVARES, 2014). O score do MEEM varia de 0 a 30 com questões que avaliam a orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação das três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e praxia construtiva visual (1 ponto) (GOIS et al., 2014).

Esse exame pode ser influenciado pela escolaridade, sugerindo-se que a avaliação da pontuação leve em consideração esse parâmetro, assim o pontu

corde deverá ser 13 para analfabetos, 18 para os indivíduos que apresentarem de 1 a 11 anos de estudos e 26 para aqueles que tiverem mais que 11 anos de estudos (BERTOLUCCI, BRUCKI e CAMPACCI 1994).

Dessa forma o Mini Exame de Estado Mental foi aplicado para caracterização do estado mental dos participantes do estudo, sendo aplicado antes das intervenções no horário matutino, na sala do Laboratório de Avaliação Física (LAFIS) do Departamento de Educação Física – UFRN.

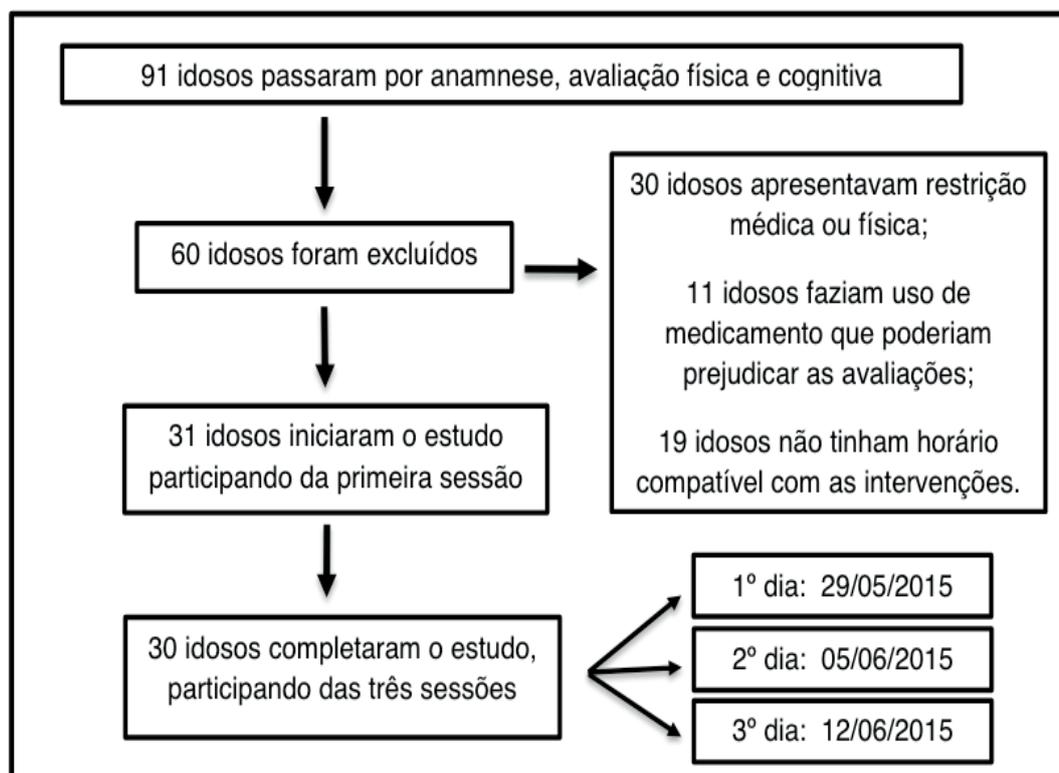


Figura 2. Organograma de seleção da Amostra

### 3.4 Sessões

#### 3.4.1 Sessão controle

Durante a sessão controle, os avaliados permaneceram por 50 minutos na posição sentada no Laboratório de Avaliação Física (LAFIS) assistindo um documentário a respeito da importância do exercício físico durante o processo de envelhecimento. As sessões foram realizadas no período matutino (entre 7h e 9h).

#### 3.4.2 Sessão exercício aeróbio automático

Na sessão exercício automático, os avaliados foram submetidos a uma caminhada em piscina rasa, com duração de 50 minutos, onde realizamos um aquecimento de 10 minutos, seguindo de 30 minutos de caminhada e posteriormente 10 minutos de alongamento final. Os indivíduos foram orientados a se exercitar em uma intensidade moderada (PSE de 12-13). A PSE foi coletada na parte principal

da aula (30 minutos), sendo verificada a cada 10 minutos. O exercício foi realizado dentro de uma piscina semiolímpica (25x12 metros) com profundidade de 1,5 metros. As sessões foram realizadas no período matutino (entre 7h e 9h).

### *3.4.3 Sessão exercício aeróbio com estimulação*

A sessão exercício aeróbio com estimulação cognitiva teve a mesma estrutura (50 minutos, sendo 10 minutos de aquecimento, seguidos de 30 minutos de parte principal e 10 minutos finais de aquecimento). A diferença nessa sessão aconteceu na parte principal da aula (30 minutos), onde foi adicionado os exercícios conjugados (motor/cognitivo), os indivíduos além de caminhar na piscina foram estimulados simultaneamente a executar uma tarefa cognitiva (imitação de gestos motores), exigindo assim, coordenação motora, atenção para observar o gesto, interpretação, planejamento e execução do movimento. Os indivíduos foram orientados a se exercitar em uma intensidade moderada (PSE de 12-13). A PSE foi coletada na parte principal da aula (30 minutos), sendo verificados a cada 10 minutos. O local para realização do exercício foi o mesmo, piscina semiolímpica (25x12 metros) com profundidade de 1,5 metros. As sessões foram realizadas no período matutino (entre 7h e 9h). Segue a baixo o protocolo executado na intervenção. (**APÊNDICE 1**)

### *3.4.4 Monitoramento das sessões*

Para o monitoramento das sessões de exercício utilizamos a escala de percepção subjetiva de esforço - PSE (BORG e NOBLE, 1974). A PSE foi desenvolvida para avaliar o esforço percebido durante a prática de exercícios físicos, sendo um parâmetro de avaliação da carga interna (NAKAMURA, MOREIRA e AOKI, 2010; Graef e Kruehl, 2006). Borg e Noble, (1974) ao realizar uma investigação com ciclista sobre a relação entre a intensidade e frequência cardíaca perceberam a relação positiva, tendo em vista a dificuldade em monitorar esse marcador fisiológico elaborou a escala onde apresenta números que variam de 6 a 20, representando o valor de repouso (60 bpm) e o valor máximo (200 bpm) respectivamente, posteriormente incluiu descritores associados aos números para que pudesse facilitar a identificação da intensidade, dessa forma, a escala ficou com a seguinte organização, o número 6 referente ao esforço realizado em repouso, 7 - Muito fácil; 9 - Fácil, 11 - Relativamente fácil, 13 - Ligeiramente cansativo, 15 - Cansativo, 17 - Muito cansativo, 19 - Exaustivo e 20 o maior esforço realizado no exercício (**ANEXO 7**).

Anteriormente ao uso da escala, foi realizado um processo de ancoragem, onde inicialmente fizemos uma ancoragem teórica (de memória) em sala de aula, sendo realizada uma aula expositiva para facilitar a identificação da intensidade a partir de respostas do exercício, como sudorese, hiperventilação, fadiga muscular, câimbras etc., ainda nesse momento utilizamos vídeos demonstrando situações de exercícios em cada uma das intensidades, em um segundo momento realizou-se uma sessão de familiarização com ancoragem prática dentro da piscina, para

identificação das intensidades na escala de percepção subjetiva de esforço. Na sessão de familiarização foi planejadas caminhada e corrida na piscina, alternando as intensidades. Essas atividades tiveram por objetivo fazer com que os idosos experimentassem o exercício que iríamos utilizar no estudo e pudessem pôr em prática as orientações dadas para se identificar a intensidade da PSE.

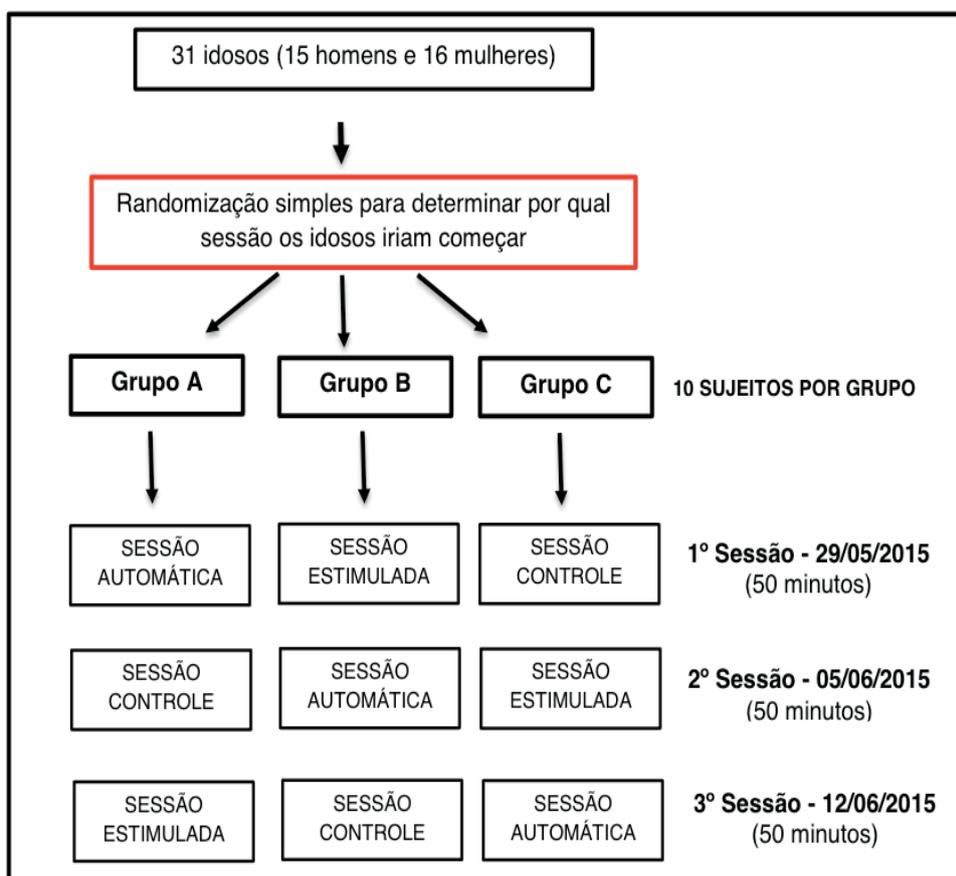


Figura 3 - Organograma da randomização realizada após a seleção da Amostra.

### 3.5 Avaliação Cognitiva

#### 3.5.1 Memória - Teste de Memória da Lista de Palavras

O teste de lista de palavra foi utilizado para avaliar de forma aguda o efeito do exercício sobre a memória. O teste é dividido em três momentos, sendo o primeiro com o objetivo de avaliar a memória curto prazo e memória de trabalho, onde são apresentadas, uma a uma, dez palavras não relacionadas para serem lidas em voz alta pelo examinador a um ritmo de uma palavra a cada 2 segundos. Terminada a leitura os avaliados deverão escrever as 10 palavras em um papel, por um período máximo de 90 segundos. A sequência escrita pelos avaliados no formulário de resposta não é utilizado como critério de avaliação, podendo estas, serem listadas na ordem que forem lembradas. O avaliador ler em voz alta a lista de palavras mais duas vezes, alterando a sequência das palavras.

No segundo momento, após um intervalo de 5 minutos, o avaliado deverá

escrever a lista de palavras apresentada previamente, por um período máximo de 90 segundos, com um escore máximo de 10. No último momento é feito o reconhecimento da lista de palavras, nesse momento o avaliado recebe uma lista contendo 20 palavras (10 palavras utilizadas no teste e 10 palavras que não fazem parte do teste), onde ele deverá marcar somente as palavras utilizadas no teste. Para corrigir um efeito de respostas ao acaso, o escore é calculado pela subtração de 10 do número de respostas corretas. Como o número máximo de respostas corretas é 20, o escore máximo é 10 (**ANEXO 6**).

### **3.6 Avaliação do Comportamento de Fatores Neurotróficos (BDNF)**

A dosagem para o BDNF sérico foi mensurado através de um kit sandwich – ELISA, disponível comercialmente e de acordo com as instruções do fabricante (Chamicon Internacional, USA).

A coleta de sangue foi realizada no Laboratório de Atividade Física e Saúde (LAFIS), localizado no parque aquático do Departamento de Educação Física (DEF), na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), por um técnico habilitado vindo do Centro de Biologia da UFRN, onde coletou-se 5ml de sangue de cada sujeito da amostra por venopunção e armazenado em um tubo de ensaio a vácuo sem anticoagulante.

Em seguida, o sangue foi encaminhado diretamente ao laboratório do Departamento de Fisiologia, do Centro de Biologia da UFRN, onde foi centrifugado a 3000g por 5 minutos, e o soro congelado a -80° C até realização do ensaio. O ensaio foi realizado em Florianópolis - SC na Universidade do Sul de Santa Catarina. Placas para microtitulação (96 poços fundo plano) foram revestidas por 24 horas com as amostras diluídas na proporção de 1:2 e a curva padrão na faixa de 7.8 a 500 pgof BDNF. As placas foram lavadas quatro vezes com tampão de lavagem, sendo adicionados os anticorpos antiBDNF de coelho (diluído 1:1000) e incubados por 3 horas à temperatura ambiente.

Depois de lavadas, uma segunda incubação com anticorpos anti-coelho conjugados com peroxidase (diluído 1:1000) por 1 hora a temperatura ambiente foi adicionada. Após a adição de estreptavidina, substrato e solução preparada, a quantidade de BDNF será determinada (absorbância em 450nm). A curva padrão demonstrará a relação direta entre a densidade ótica (DO) e a concentração de BDNF: isto é, quanto maior a DO maior a concentração de BDNF na amostra. A coleta foi realizada antes e imediatamente após cada sessão. Na figura 4 podemos observar a ilustração do processo de coleta.

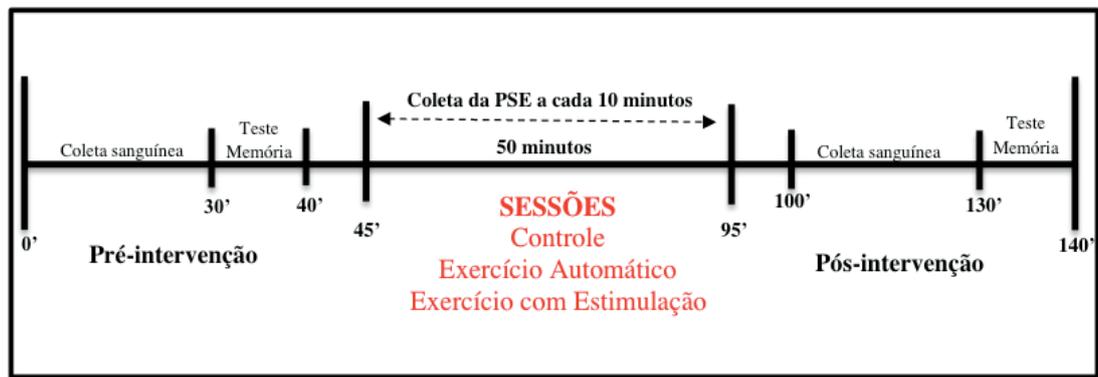


Figura 4. Desenho do processo de coleta das sessões.

### 3.7 Tratamento Estatístico

A normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Os dados foram apresentados em média e desvio padrão. ANOVA two-way de medidas repetidas foi aplicada na comparação entre e intrasessões das concentrações de BDNF, memória imediata e memória de curto prazo. A hipótese de esfericidade foi verificada pelo teste de Mauchly e, quando violada, os graus de liberdade foram corrigidos pelas estimativas de Greenhouse-Geisser. O tamanho do efeito das variâncias foi calculado pelo eta quadrado parcial ( $\eta^2_p$ ). Para o cálculo amostral, foi aplicado o poder estatístico ( $1-\beta$ ) a priori, utilizando-se da análise estatística adotada (ANOVA two-way de medidas repetidas), três grupos (controle  $\times$  automática  $\times$  estimulada), duas medidas (pré  $\times$  pós), um effect size de  $f=0,30$  (considerado médio), e um alfa de 5%. Para tanto, o poder estatístico conferido a presente amostra foi de 80%. O nível de significância adotado foi de  $P<0,05$ . Os procedimentos estatísticos foram feitos com auxílio do SPSS para Win/v.22.0 (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, IL, USA) e G\*Power versão 3.1.9.2 (Institute for Experimental Psychology in Dusseldorf, Alemanha).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito agudo do exercício aeróbio com estimulação cognitiva sobre a memória e concentrações periféricas do BDNF em idosos. Os nossos achados sugerem que agudamente o exercício aeróbio moderado com ou sem estimulação cognitiva, não influenciam as concentrações de BDNF e prejudicam o desempenho de memória em tarefas executadas logo após o exercício. Estes resultados podem contribuir para a elucidação da influência do exercício aeróbio conjugado (motor/cognitivo) sobre o fator neurotrófico derivado do cérebro e as funções cognitivas.

### 4.1 Caracterização da amostra

Inicialmente, são apresentados os resultados da primeira fase do estudo. Os dados da caracterização da amostra estão apresentados na Tabela 1. Sendo importante relatar que todos os indivíduos obtiveram acuidade visual normal de acordo com o teste Optótipos “E”. Em relação ao MEEM, observa-se que nenhuns dos sujeitos apresentaram prejuízo cognitivo, bem como tiveram em média  $13,5 \pm 2,9$  anos de escolaridade, não prejudicando a avaliação do teste de memória de lista de palavras.

Variáveis	Média $\pm$ DP
Sexo (masc / fem)	14/17
Idade (anos)	$69,3 \pm 5,8$
Estatura (m)	$1,59 \pm 0,07$
Massa corporal (kg)	$75,8 \pm 13,9$
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	$29,7 \pm 3,9$
CC (cm)	$99,4 \pm 11,4$
Acuidade visual (logMAR)	$0,75 \pm 0,2$
MEEM (escore)	$26,7 \pm 2,1$
Escolaridade (anos)	$13,5 \pm 2,9$

Legenda: IMC (Índice de Massa Corporal); CC (circunferência cintura); MEEM (Mini Exame de Estado Mental).

Tabela 1. Caracterização da amostra de idosos (n=31). Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Variáveis	Média ± DP	(mínimo – máximo)
<b>Força e de membros inferiores</b>	15,7 ± 3,3	(15 – 22)
<b>Força e de membros superiores</b>	25,2 ± 5,5	(28 – 44)
<b>Flexibilidade de membros inferiores</b>	3,1 ± 0,1	(-11 – 20)
<b>Flexibilidade de membros superiores</b>	-7,1 ± 1,2	(-22 – 4)
<b>Agilidade e equilíbrio dinâmico</b>	5,9 ± 0,7	(4,7 – 7,6)
<b>Resistência aeróbia</b>	83,9± 18,9	(76 – 118)

Legenda: Resultados dos testes de força e resistência aeróbia foram dados em repetições; Os Resultados dos testes de flexibilidade foram dados em centímetro; Resultado do teste de agilidade foi dado em segundos.

Tabela 2. Aptidão física da amostra de idosos (n=31) segundo a bateria de teste de Rikli e Jones (1999). Dados expressos ± em média ± desvio padrão do score obtido.

Ao observar o desempenho dos idosos no TAFI, verificamos que nos testes de força de membros superiores, força de membros inferiores, agilidade, marcha e desempenho aeróbio, os indivíduos foram classificados com condicionamento normal ou acima da média de acordo com o protocolo do teste, não tendo nenhuma classificação como abaixo da média ou com risco de perda de mobilidade funcional.

No entanto, o desempenho nos testes de flexibilidade nos mostrou que a maioria dos idosos apresenta uma perda considerável de flexibilidade, sendo em sua maioria classificados como abaixo da média e até com risco de perda de mobilidade funcional. Cavalcante Neto et al. (2014), mostrou que durante o envelhecimento há uma perda progressiva da flexibilidade, podendo interferir no equilíbrio e velocidade da marcha do idosos, deste modo sendo identificado essa fragilidade deve-se propor atividades que possam melhorar os índices de capacidade física.

Dessa forma, essa avaliação nos mostra que os idosos investigados têm um condicionamento físico predominantemente caracterizado como normal ou acima da média em relação a indivíduos de mesma idade, com exceção da flexibilidade, esses resultados podem ser consequência do envolvimento dos indivíduos em programas de exercícios físicos, tendo em vista que participam do projeto de extensão caminhada na água para idosos, desenvolvido no Departamento de Educação Física da UFRN.

## 4.2 Intensidade do exercício

Quando analisamos a intensidade das sessões de exercício, percebeu-se que a carga interna (Percepção subjetiva de Esforço – PSE) da sessão automática (13,0 (12,3-13,1) score) não diferiu de maneira significativa ( $U=409,0$ ,  $P=0,401$ ) da sessão exercício com estímulo cognitivo (13,0 (12,5-13,6) score). Assim foi assegurado que no presente estudo as duas sessões tiveram intensidades moderadas de acordo com as recomendações do Colégio Americano de Medicina Esportiva - ACSM (2011).

A intensidade moderada foi adotada, pois achados recentes sugerem que esta pode proporcionar benéficos aos processos cognitivos, à medida que, sessões com

exercícios intensos ( $\sim 80\% \text{VO}_{2_{\text{máx}}}$ ) podem prejudicar o desempenho em tarefas que exijam aprendizado, atenção e memória. Esse prejuízo cognitivo pode ocorrer devido a um quadro de fadiga sistêmica durante o exercício, influenciando assim, a diminuição no desempenho cognitivo nas tarefas realizadas após a sessão (TOMPOROWSKI, 2013; YANAGISAWA et al., 2010). No entanto apesar de mantermos a intensidade moderada não foram verificadas melhoras significativas na cognição, como veremos a seguir.

Merege Filho et al. (2014), também sugerem que intervalos durante as sessões podem ser benéficos, amenizando a fadiga e evitando efeitos nocivos a cognição. A relação da intensidade e cognição parece assumir a teoria do “U” invertido, onde há uma melhora no início do exercício, aumentando gradativamente (quando o exercício é moderado), no entanto, se a intensidade for aumentada ou o tempo for muito prolongado a performance cognitiva tende a diminuir (ANTUNES et al., 2006), dessa forma, algum desses parâmetros podem ter interferido nos resultados do presente estudo.

#### 4.3 Efeitos do exercício sobre a memória

Na memória de curto prazo, as sessões não foram diferentes entre si,  $F(2, 89)=0,08$ ,  $P=0,927$ ,  $\eta^2_p=0,002$ . Também não houve uma interação tempo  $\times$  sessão significativa,  $F(2, 89)=0,57$ ,  $P=0,568$ ,  $\eta^2_p=0,013$ , mas houve um efeito significativo no tempo,  $F(1, 89)=29,43$ ,  $P<0,001$ ,  $\eta^2_p=0,249$ . Post hoc de Bonferroni apontou que houve diminuição significativa nas sessões controle ( $P=0,002$ ), automático ( $P<0,001$ ) e exercício com estimulação ( $P=0,023$ ) (**Figura 5A**).

Semelhantemente, as sessões não foram diferentes entre si na memória de trabalho,  $F(2, 89)=0,36$ ,  $P=0,697$ ,  $\eta^2_p=0,008$ , e, também, não houve uma interação tempo  $\times$  sessão significativa na memória curto prazo,  $F(2, 89)=2,18$ ,  $P=0,119$ ,  $\eta^2_p=0,047$ , mas houve um efeito significativo no tempo,  $F(1, 89)=34,28$ ,  $P<0,001$ ,  $\eta^2_p=0,278$ . Post hoc de Bonferroni apontou que houve diminuição significativa nas sessões controle ( $P<0,001$ ), automático ( $P=0,012$ ) e exercício com estimulação ( $P=0,015$ ) (**Figura 5B**).

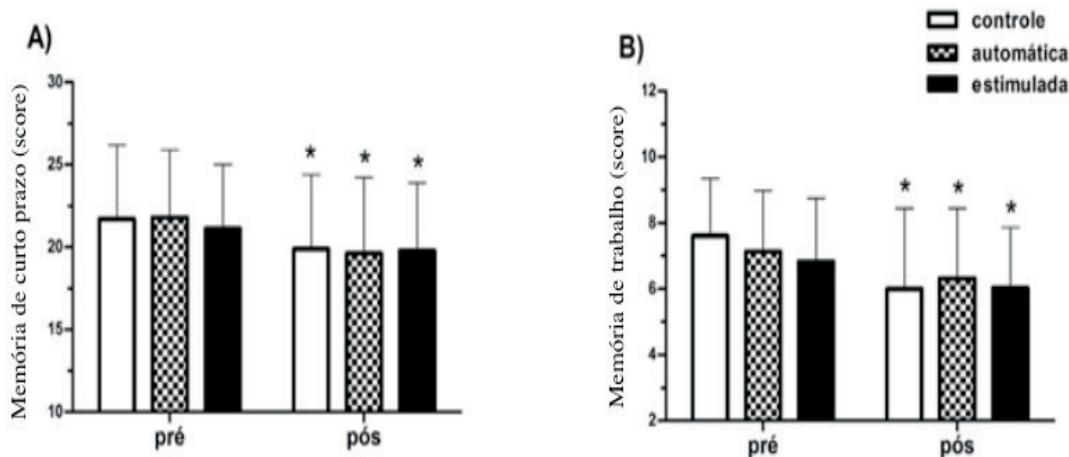


Figura 5 – Efeito agudo do exercício aeróbio com estimulação motora cognitiva sobre a memória curto prazo (A) e memória de trabalho (B) em idosos (n=31). Dados são em média  $\pm$  desvio padrão). \*  $P < 0,05$  em relação ao momento pré da mesma sessão.

Em relação à memória, o presente estudo analisou dois protocolos de exercícios físicos, sendo uma sessão composta de caminhada em meio aquático, utilizando o padrão de marcha automatizado e uma segunda sessão composta da combinação da marcha com estímulos cognitivos, caracterizando-se assim como um protocolo de exercícios simultâneos motor/cognitivo.

O protocolo com exercícios simultâneos foi elaborado a partir de recentes evidências que sugerem que, uma intervenção com diferentes habilidades cognitivas combinadas ao exercício físico pode aumentar a magnitude dos efeitos cognitivos em comparação a utilização de apenas um dos métodos (TENETTI e KUMAR, 2010; AMBROSE et al., 2013; FORTE et al., 2013). Uma das vantagens da intervenção simultânea é inclusão da dupla tarefa, onde os indivíduos terão que utilizar os processos cognitivos associados às ações motoras, para que assim possam executar as duas tarefas simultaneamente (EGGENBERGER et al., 2015).

Ao verificar os resultados do presente estudo, notamos que houve um declínio no desempenho da memória em todas as sessões analisadas, indicando que o resultado pode não ter sido influência apenas do exercício, uma vez que a sessão controle também foi afetada com o declínio cognitivo. Um outro fator que pode ter interferido nas respostas ao exercício, é que os indivíduos não eram sedentários e já faziam parte do programa de exercício realizado por nosso grupo, havendo assim uma adaptação em relação ao exercício aeróbio automático em meio aquático, sendo assim, supostamente já existia uma organização das estruturas cerebrais em resposta a experiência (uma memória do gesto motor envolvido na tarefa) (LENT, 2008).

Lent (2008), afirma que atividades já conhecidas deixam um registro cerebral, diminuindo a utilização de áreas cerebrais envolvidas no exercício, dessa forma, para se obter um maior estímulo cognitivo e gerar maior plasticidade é necessário se executar tarefas que altere os padrões habituais de exercício, como por exemplo a

conjugação de tarefas motoras e cognitivas.

Além do registro cerebral da atividade, outros fatores que não foram controlados podem ter prejudicado o desempenho cognitivo, entre eles a temperatura ambiente e consequente desidratação, tendo em vista que a piscina não é coberta nem aquecida. Em relação à temperatura, tivemos o cuidado de iniciar as coletas às 07 horas da manhã, podendo assim começar a primeira sessão (automática) às 08 horas e a segunda sessão às 09 horas (Exercício com estímulo cognitivo), pois segundo recente revisão de Chang et al. (2012) o turno matutino foi o horário que provocou um maior efeito na cognição.

No entanto, a cidade de Natal-RN tem uma temperatura média anual de 26 °C, podendo chegar até 30 °C no verão, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), dessa forma o horário de término das atividades que foram em torno de 10 horas da manhã podem ter ocasionado algum grau de desidratação não avaliado nesse estudo. Secher (2012) em seus achados sugere que a desidratação durante o exercício também é um importante influenciador na perda do desempenho cognitivo, sendo evidenciado que os efeitos negativos surgem a partir de 2% de perda corporal, prejudicando a memória imediata e atenção. A temperatura ainda pode ter contribuído para o aumento da fadiga durante o exercício, podendo provocar também um estresse oxidativo que está associado a prejuízos na aprendizagem e memória (TOMPOROWSKI, 2013; YANAGISAWA et al., 2010).

Os achados do presente estudo vão de encontro aos resultados de diversos autores que apontaram benefícios significativos na memória e em outros processos cognitivos ocasionados pelo exercício, no entanto, a magnitude dessa intervenção parece não ter sido suficiente para causar efeitos positivos, além disso os efeitos mais significativos parecem ser vistos em períodos de maior exposição ao exercício, por exemplo, Fabre et al. (2002), que investigou três tipos de intervenção com idosos (treinamento cognitivos, aeróbio com movimento automatizados e aeróbio combinado a treinamento cognitivo), após três meses de intervenção os resultados sugerem que quando foi utilizado a combinação dos métodos o desempenho cognitivo foi potencializado, em relação a utilização de apenas um dos métodos.

Eggenberger et al., (2015), também realizou um estudo com idosos saudáveis, onde submeteu dois protocolos de exercício semelhantes ao utilizado no presente estudo, no entanto, utilizou exercício em esteira, sendo assim o primeiro protocolo foi composto de exercício de caminhada em esteira com intensidade moderada e um segundo protocolo um treinamento simultâneo de caminhada em esteira com treinamento de memória, após seis meses de intervenção os resultados apontaram que o treinamento motor/cognitivo obteve melhores benefícios, tendo um ganho cognitivo significativo. Os autores sugerem que a melhora pode ter ocorrido devido à situação de dupla tarefa, onde exigiu-se um recrutamento dos processos cognitivos simultaneamente as ações motoras.

Do mesmo modo Seco et al., (2014), demonstrou ganhos cognitivos significativos

em idosos submetidos a um treinamento de dança contemporânea em relação ao treinamento de Tai Chi, ambos praticados durante três meses, a dança por sua vez foi considerada como uma modalidade motoro/cognitiva, sendo necessário a tenção, coordenação e aprendizagem durante as sessões.

Desta maneira, os efeitos do exercício aeróbio querem seja com uma única atividade ou conjugado a estimulação cognitiva, parece apresentar resultados mais significantes no desempenho de memória a partir de certo período de treinamento, a melhora cognitiva ocasionada pelo exercício crônico é explicado por diversos mecanismos fisiológicos, entre eles estão o aumento dos níveis de neurotransmissores e fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), maior disponibilidade de oxigênio e outros substratos energéticos provocados pela melhora no condicionamento aeróbio e menor estresse oxidativo, esses fatores desencadeariam consequentemente aumento de neogênese e sinaptogenese na estrutura cortical, causando um aumento anatômico e funcional do cérebro (ANTUNES et al., 2006; MEREGE FILHO et al., 2014; EGGENBERGER et al., 2015; SECO et al., 2014; FABRE et al., 2002). Essas adaptações realizadas pelo exercício afetam praticamente todos os processos cognitivos, sendo mais evidenciadas a atenção e memória e aprendizagem (MEREGE FILHO et al., 2014)

#### 4.4 Efeitos do exercício sobre o Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro

Nos níveis de concentração do BDNF, as sessões não foram diferentes entre si,  $F(2, 90)=0,06$ ,  $P=0,941$ ,  $\eta^2_p=0,001$ . Do mesmo modo, não houve significância na interação tempo  $\times$  sessão ( $F(2, 90)=1,37$ ,  $P=0,260$ ,  $\eta^2_p=0,029$ ) e no tempo,  $F(1, 90)=0,14$ ,  $P=0,712$ ,  $\eta^2_p=0,002$  (Figura 6).

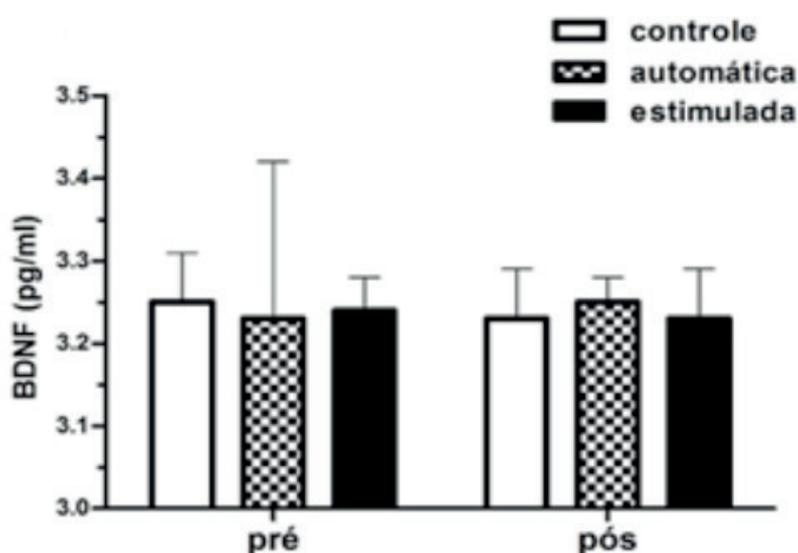


Figura 6 – Efeito agudo do exercício aeróbio com estimulação motora cognitiva sobre BDNF, brain-derived neurotrophic factor (fator neurotrófico derivado do cérebro; em português) em idosos (n=31). \*  $P<0,05$  em relação ao momento pré da mesma sessão. Dados são em média  $\pm$  desvio padrão. \* $P<0,05$  em relação ao momento pré da mesma sessão.

O Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (BDNF) foi incluído como variável dependente no presente estudo, devido ao seu importante e reconhecido papel nos processos cognitivos, sendo responsável pela regulação da sobrevivência neuronal e atuando na plasticidade sináptica (SZUHANY, BUGATTI e OTTO, 2014; JEON e HO HÁ, 2015). Além disso, alguns estudos têm demonstrado que maiores níveis de BDNF podem modular as funções cognitivas globais tanto em idosos saudáveis como em sujeitos com leve comprometimento cognitivo (CANIVET, 2015; HASSELBALCH, WALDEMAR e SIMONSEN, 2015; COELHO et al., 2014).

Ao avaliarmos o BDNF também tivemos o cuidado de realizar as coletas em um período médio de 30 a 45 minutos, pois segundo Knaepen et al., (2010), a liberação do BDNF após uma única sessão de exercício aeróbio dura em torno de 10 a 60 minutos. Uma vez liberado, o BDNF é utilizado para melhorar a oxidação de gordura no músculo esquelético, outra parte é transportada via corrente sanguínea até o cérebro, onde atravessa a barreira hematoencefálica e é utilizada nos processos cognitivos, sobrevivência neuronal e a plasticidade sináptica (MATTHEWS et al., 2009).

No entanto, no presente estudo o aumento pós-exercício não foi significativo em nenhum dos tratamentos, tais efeitos podem estar relacionados à intensidade, entretanto diferentemente dos efeitos na cognição, a intensidade pode ter prejudicado devido ser apenas moderada, pois em recente investigação Knaepen et al., (2010) observou que em exercícios agudos de intensidades vigorosas há um maior aumento nas concentrações plasmáticas de BDNF em comparação com intensidades leves a moderadas.

Dessa forma, as intensidades verificadas nas duas intervenções, sessão automática (PSE=12,3-13,1) e experimental com estímulo cognitivo (PSE 12,5-13,6), podem ter influenciado negativamente os resultados do BDNF, nos dando falsas conclusões que o tipo de exercício não interfira no aumento da proteína. Igualmente a outros estudos já citados, Hasselbalch, Waldemar, Simonsen (2015) encontraram resultados significantes quando utilizaram protocolos de exercício aeróbio com intensidades de moderada a alta intensidade, enquanto protocolos de baixa intensidade não mostraram efeitos significativos.

Ainda assim, Coelho et al., (2004) observaram aumento nas concentrações plasmáticas de BDNF em idosos que participaram de uma intervenção aeróbia de intensidade moderada, no entanto, as intervenções dos dois estudos se deram a partir de teste incremental submáximo em esteira, sendo utilizado métodos eficientes e modernos para assegurar a velocidade e intensidade do exercício.

Acrescentando-se a isso, ainda não estão bem elucidados todos os mecanismos que favorecem o aumento do BDNF ocasionado pelo exercício físico aeróbio de forma aguda. Matthews et. al. (2009), em um estudo experimental, onde se investigou o efeito de uma sessão de exercício aeróbio (ciclismo) sobre o BDNF em homens

jovens, defende que a contração muscular seja um dos principais responsável pelo mecanismo fisiológico de aumento do BDNF.

Já Rasmussen et al. (2009), defende que o cérebro seja uma das principais fontes do BDNF, sugerindo que o cérebro contribua de 70 a 80% em relação aos níveis plasmáticos de BDNF circulante após uma sessão de exercício aeróbio. Neste estudo Rasmussen et al. (2009), submeteu 8 homens a 4 horas de remo, simultaneamente realizou a coleta sanguínea na artéria radia e veia jugular interna, sendo diagnosticado um aumento de duas a três vezes do BDNF na veia jugular interna após as 4 horas de intervenção, esses valores reduziram após uma hora de recuperação. Rasmussen et al (2009), ainda realizou um experimento com modelo animal, onde submeteu camundongos a exercícios na esteira e posteriormente realizou a dissecação e análise do cérebro dos ratos, identificando um aumento de três a cinco vezes nas concentrações de BDNF no hipocampo e córtex, após o exercício aeróbio.

Apesar de vários estudos terem investigado o efeito agudo do exercício aeróbio, não foram encontrados estudos que investiguem o exercício aeróbio conjugado a estimulação cognitiva (KNAEPEN et al., 2010). Vale ressaltar que o efeito do exercício na cognição também sofre interferência de outros biomarcadores que não investigamos, mas que podem agir através de outros mecanismos, dentre estes neurotransmissores importantes nos processos cognitivos como a norepinefrina e o fator de crescimento vascular endotelial que desempenha importantes funções nos processos de angiogênese e neurogênese (VITAL et al., 2014).

Uma das limitações do presente estudo pode ter sido o método de monitoramento da intensidade, pois apesar de vasta literatura que suporta o uso da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço em exercícios com idosos (NAKAMURA, MOREIRA E AOKI, 2010; Graef e Kruehl, 2006) e em atividades em coletivas (NUNES et al., 2011), sentimos muitas dificuldades na aplicabilidade e ancoragem, tendo que em certos momentos auxilia-los a identificar as intensidades, da mesma forma as resposta podem ter sido influenciadas por outros participantes, uma vez que a atividade foi realizada em grupo, além disso em recente revisão sistemática, Hasselbalch, Waldemare Simonsen (2015), recomenda a utilização de instrumentos mais sofisticados (monitor cardíaco) no monitoramento de exercícios com idosos, que utilizem protocolos de moderada a alta intensidade.

No presente estudo podemos verificar que apenas uma sessão de exercício físico de intensidade moderada parece não proporcionar um aumento significativo no fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) em idosos, assim como pode prejudicar o desempenho em tarefas de memória realizadas logo após o exercício. Esses resultados foram observados nas duas sessões de exercícios investigados, não havendo diferença entre as intervenções.

Apesar de esse assunto ser bastante estudado, ainda são necessários maiores esclarecimentos a respeito dos mecanismos envolvidos no efeito exercício físicos isolados e exercícios com estimulação cognitiva sobre o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e memória. É importante ressaltar também, que o monitoramento de exercícios físicos em maiores intensidades na população idosa, utilizando a percepção subjetiva de esforço pode ser de difícil aplicabilidade, uma vez que a identificação dos descritores e manutenção da intensidade pode ser prejudicada.

Dessa forma, sugere-se que futuras investigações utilizando equipamentos que possam facilitar o monitoramento, assegurando que a intensidade seja mantida durante a intervenção, assim como estudos que investiguem diferentes métodos e associem os efeitos agudos e crônicos em diferentes intensidades do exercício aeróbio sobre o BDNF e a memória.

# REFERÊNCIAS

- AGUIAR JUNIOR, A. S.; PINHO, R. A. Efeitos do exercício físico sobre o estado redox cerebral. **Rev Bras Med Esporte**, Santa Catarina, v. 13, n. 5, p.355-360, out. 2007. Semestral.
- AMBROSE, A. F.; PAUL; G, H. J. M. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. **Maturitas**. 2013; 75 (1): 51–61.
- ANDRADE, L. P. de et al. Efeitos de tarefas cognitivas no controle postural de idosos: Uma revisão sistemática. **Motricidade**, São Paulo, v. 7, n. 3, p.19-28, dez. 2011. Semestral.
- ANTUNES, H. K. M. et al. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 2, p.108-114, abr. 2006. Semestral.
- ARIPPOL, P. K. K.; SALOMÃO, S. R.; BELFORT JUNIOR, R.. Método computadorizado para medida da acuidade visual. **Arq Bras Oftalmol**, São Paulo, v. 69, n. 6, p.907-914, 13 jul. 2006. Semestral.
- ÁVILA, R.; MIOTTO, E.. Reabilitação neuropsicológica de déficits de memória em pacientes com demência de Alzheimer. **Rev. Psiq. Clín**, São Paulo, v. 29, n. 4, p.190-196, dez. 2002. Semestral.
- BEERI, M. S.; SONNEN, J.. B. BDNF expression as a biomarker for cognitive reserve against Alzheimer disease progression. **Rev. Neurology**, v. 86, n. 8, p. 702-703, 2016.
- BERTOLUCCI, P. H. F., B. S. M. D., CAMPACCI, Y.J.. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arq Neuro-Psiquiatra**. 1994; 52(1):1-7.
- BONARDI, G.; SOUZA, V. B. A. e; MORAES, J. F. D. de. Incapacidade funcional e idosos: um desafio para os profissionais de saúde. **Rev. Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p.138-144, jul. 2007. Semestral.
- CABRERA, M. A. S.; JACOB FILHO, W.. Obesidade em Idosos: Prevalência, Distribuição e Associação Com Hábitos e Co-Morbidades. **Arq Bras Endocrinol Metab**, Londrina, v. 45, n. 5, p.494-501, out. 2001. Semestral.
- CANIVET, A. et al. Effects of BDNF polymorphism and physical activity on episodic memory in the elderly: a cross sectional study. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2015.
- CAVALCANETE NETO, F. H; et al. Perfil morfofuncional em idosos fisicamente ativos. **Rev. Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 15, sup. 1a, p. 937-947, 2014
- CHANG, Y. K.; et al. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. **Brain Res**. 2012; 1453:87-101. doi: 10.1016/j.brainres. 2012.02.068.
- COELHO, F. G. M. et al. Acute Aerobic Exercise Increases Brain Derived Neurotrophic Factor Levels in Elderly with Alzheimer's disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, v.39, n. 2, p. 401-408, 2014.

- CORDEIRO, J., et al. "Efeitos da atividade física na memória declarativa, capacidade funcional e qualidade de vida em idosos." **Rev. bras. geriatr. gerontol** 17.3 (2014): 541-552.
- DA CRUZ, D. T. et al. Associação entre capacidade cognitiva e ocorrência de quedas em idosos. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 23, n. 4, 2015.
- DIAS, M. S.; LIMA, R. M.. Estimulação cognitiva por meio de atividades físicas em idosos: examinando uma proposta de intervenção. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.325-334, jan. 2012.
- DINIZ, L. F.; FUENTES, D.; COSENZA R. M.. **Neuropsicologia do envelhecimento: uma abordagem multidimensional**. Artmed Editora, 2013.
- EGGENBERGER et al., Multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training to enhance dual-task walking of older adults: a secondary analysis of a 6-month randomized controlled trial with 1-year follow-up. **Clinical Interventions in Aging**. 2015; 10 (1), p. 1711-1732.
- ERICKSON, K. I.; et al.. Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. Hippocampus; Rev. **Neuroscience** 19:1030–1039, 2009.
- ERICKSON KI; LECKIE, R.L.; WEINSTEIN, A.M. Physical activity, fitness, and gray matter volume. **Neur. Of again**, 32 (2), 20-28, 2014.
- FABRE C.. Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. **Int J Sports Med**; 23:415-21, 2002.
- FATORI, C. de O. et al. Dual task and functional mobility of active elderly. **Rev. Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 1, p. 29-37, 2015.
- FEDOR, A.; GARCIA, S.; GUNSTAD, J. The effects os a brief, water-based exercicise intervention on cognitive function in older adults. **Rev. Arch Clin Neuropsychol**, 2015.
- FRITZ, B. et al. The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients. **Rev. Gait Posture**, v. 34, n. 2, p. 234-8, Jun 2011.
- FONSECA, V. **Desenvolvimento Psicomotor e Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- Forte R. et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. **Rev. Clin Interv Aging**. 2013;8:19–27.
- GOIS, R. O.; et al. State mental and impact of the tinnitus in the elderly. **Rev. CEFAC**, v. 16, n. 3, p. 798-809, 2014.
- GRAEF, F. I.; KRUEL L. F. M.. "Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício-uma revisão. **Rev. Brasileira de Medicina do Esporte** 12.4 (2006): 221-228.
- HERMAN, T.; et al. Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: a prospective study linking thinking, walking, and falling. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2010;65(10):1086–1092.
- HILLMAN, C. H., et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. **Neuroscience**. 2009;159(3):1044-1054. doi:10.1016/j.neuroscience.2009.01.057.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Censo Demográfico, 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em:<<http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>>. Acesso em: mar. 2016.

IRIGARAY, T.Q.; GOMES FILHO, I.; SCHNEIDER, R.H. Efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. **Rev. Psicologia Reflexão e Crítica.** vol.25, n.1, pp. 182-187. ISSN 0102-7972. 2012.

JENSEN, C. S.; et al. Biochemical markers of physical exercise on mild cognitive impairment and dementia: systematic review and perspectives. **Front. Neurol.** 6:187. doi: 10.3389/fneur.2015.00187

KNAEPEN, K. I. et al. Neuroplasticity – Exercise-Induced Response of Peripheral Brain-Derived Neurotrophic Factor. **Sports Med**, Bruxelas, v. 40, n. 9, p.765-801, dez. 2010.

LENT, R. **Neurociência da mente e do comportamento.** RJ: Guanabara Koogan. 2008.

MATTHEWS, A. E.. Older adults perceived physical activity enablers and barriers: A multicultural perspective. **Journal of Aging and Physical Activity**, 18, 119– 140, 2010.

MEREGE FILHO, C. A. A.; et al. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 3, p.237-241, jun. 2014.

MOTTA, L. B. Processo de envelhecimento. In: A.L. Saldanha e C.P. Caldas (Ed.), **Saúde do Idoso: a arte de cuidar.** 2º edição. Rio de Janeiro: Interciência, p.115-124, 2004.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MELO, L. B. R.. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 3, p. 309-314, 2011.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A; AOKI, M. S.. “Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?. v. 21, n. 1. **Rev. da Educação Física/ UEM.** 2010.

NARDI, T. De; VIEIRA, B. S.; OLIVEIRA, R. G.. Déficits na Memória de Trabalho em Idosos com Depressão Maior: Uma Revisão Sistemática. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 29, n. 2, p. 221-228, 2013.

NUNES, J. A., et al. “Monitoramento da carga interna no basquetebol. **Rev. Bras Cineantropom Desempenho Hum.** v.13, n.1, p. 67-72. 2011.

PAILLARD, T.. Preventive effects of regular physical exercise against cognitive decline and the risk of dementia with age advancement. **Sports Med - Open**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-6, 17 abr. 2015. Springer Science + Business Media. DOI: 10.1186/s40798-015-0016-x.

PERITO, M. E. S.; FORTUNATO, J. J.. Marcadores Biológicos da Depressão: Uma Revisão Sobre a Expressão de Fatores Neurotróficos. **Rev Neurocienc**, Santa Catarina, v. 20, n. 4, p.597-603, jul. 2007. Semestral.

PIMENTA, A. M. et al. Associação entre Obesidade Central, Triglicerídeos e Hipertensão Arterial em uma Área Rural do Brasil. **Arq Bras Cardiol**, Belo Horizonte, v. 90, n. 6, p.419-425, dez. 2008.

PLUMMER, P.; ESKES G. A.. “Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice.” **Frontiers in human neuroscience.** 9 (2015).

RADAK, Z. et al. The effects of training and detraining on memory, neurotrophins and oxidative stress markers in rat brain. **Neurochemistry International**, Budapest, v. 49, n. 2006, p.387-392, dez. 2006.

RAMOS, L. R.. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro

urbano: Projeto Epidoso, São Paulo. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p.793-798, jun. 2003.

RASMUSSEN, P.. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. **Experimental Physiology**, 94(10), 1062–1069. <http://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.048512>.

ROCHA, F. L. et al. Correlation between indicators of abdominal obesity and serum lipids in the elderly. **Rev Assoc Med Bras**, Campina Grande, v. 59, n. 1, p.48-55, dez. 2013. Semestral.

SALIN, M. da S. et al. Atividade Física para idosos: diretrizes para implantação de programas e ações. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p.197-208, dez. 2011. Semestral.

SECO J., et al. A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. **Rehabil Nurs**. 2013;38(1):37–47.

SECHER, M, R. P., Hydration and cognitive performance. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, 2012. 16: p. 325-329.

SILVA, A. da et al. Equilíbrio, Coordenação e Agilidade de Idosos Submetidos à Prática de Exercícios Físicos Resistidos. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.88-93, abr. 2008.

SILVA, Marcelo Henrique Alves Ferreira da; NAVARRO, Francisco; CAMPOS, Tânia Fernandes. Efeito do exercício aeróbio e do exercício de força na memória em idosos. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 1, n. 2, p.46-58, abr. 2007.

SIQUEIRA, Fernando Vinholes et al. Aconselhamento para a prática de atividade física como estratégia de educação à saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p.203-213, jan. 2009.

SOUZA, I. P. et al. Capacidade funcional de idosos com doença de alzheimer e parkinson. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, Salvador, v. 4, n. 1, p.78-84, abr. 2014.

SZUHANY; K. L.; BUGATTI M.; OTTO, M. W. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. **J Psychiatr Res**. 2015;60:56–64.

TEIXEIRA, C. V. L. et al. Square stepping exercise e exercícios básicos na cognição de idosos. **Kinesis**, Rio Grande do Sul, v. 30, n. 1, p.174-187, jun. 2012.

TINETTI, M. E., KUMAR, C. The patient who falls: “It’s always a trade-off”. **JAMA**. 2010;303(3):258–266.

TOMPOROWSKI P. D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. **Rev. Acta Psychol**. 2013;112(3):297-324.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. Métodos de pesquisa em atividade física. 3 ed. Porto Alegre, Artmed Editora, 2002.

TYNDALL, A. V. et al. The brain-in-motion study: effect of a 6-month aerobic exercise intervention on cerebrovascular regulation and cognitive function in older adults. **BMC geriatrics**, v. 13, n. 1, p. 21, 2013.

VAN PRAAG, H., Neurogenesis and Exercise: Past and Future Directions. **Neuromol Med**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.128-140, 20 fev. 2008. Springer Science + Business Media. DOI: 10.1007/s12017-008-8028-z.

VIANA, D. A.; RODRIGUES, L. R.; TAVARES, D. M. dos Santos. Fatores sociodemográficos e

econômicos associados ao tabagismo na população idosa. **J. bras. psiquiatr**, v. 63, n. 3, p. 220-226, 2014.

VITAL, T. M.. Physical exercise and vascular endothelial growth factor (VEGF) in elderly: A systematic review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 59, p. 234-239, 2014.

WORLD, H.. Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health.; 2012: 58. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/).

YANAGISAWA, H.et al. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*. 2010; 50 (4): 1702-1710. doi: 10.1016/j.neuroimage. 2010.12.023.

YASSUDA, M.S.. Treino de memória no idoso saudável: benefícios e mecanismos. **Psicologia Reflexão e Crítica**, 19, 470-481. 2006.

## ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO GRANDE DO NORTE /  
UFRN CAMPUS CENTRAL



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DE PRAXIAS IDEOMOTORAS NA QUANTIFICAÇÃO SÉRICA DO BDNF E SUA RELAÇÃO COM A MEMÓRIA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

**Pesquisador:** HUDDAY MENDES DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 28522114.7.0000.5537

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 719.271

**Data da Relatoria:** 30/05/2014

**Apresentação do Projeto:**

Pesquisa caracterizada como estudo transversal, com uma amostra de 40 participantes fisicamente ativos, com faixa etária acima dos 50 anos. Esses serão recrutados dentre os que frequentam o Programa de Extensão "Caminhada na água" do Departamento de Educação Física. Critérios de inclusão e de exclusão foram estabelecidos. Para a coleta de dados serão aplicados primeiramente o MEEM (Mini Exame do Estado Mental) para avaliar o estado cognitivo geral, que servirá como critério de inclusão da pesquisa, assim como a cartela de Optótipos, no qual verifica a acuidade visual. Depois, será empregada a Escala Motora para Terceira Idade, também empregada como critério de inclusão. Para verificação da memória será utilizado o Teste de Memória (memorização de 10 figuras identificadas, com avaliação da memória imediata com pré-estímulo, pós-estímulo e após 48 horas depois da intervenção). O Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (BDNF) sérico será coletado a partir de 5ml do sangue, em jejum e encaminhado ao departamento de fisiologia da UFRN para a análise. Em seguida ocorrerá a distribuição da amostra em dois grupos (Grupo Marcha Automática - GMA e Grupo Marcha Prática - GMP) possibilitando a comparação para os diferentes programas, contando com um total de 16 semanas de intervenção. A análise dos resultados dar-se-á pela aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e do test t pareado para verificação entre os grupos (paramétricos) ou test de Mann-Whitney, caso demonstrado uma distribuição não

**Endereço:** Av. Senador Salgado Filho, 3000

**Bairro:** Lagoa Nova

**CEP:** 59.078-970

**UF:** RN

**Município:** NATAL

**Telefone:** (84)3215-3135

**Fax:** (84)3215-3135

**E-mail:** cepufm@reitoria.ufrn.br

Continuação do Parecer: 719.271

normal, será ainda utilizado uma análise de variância a ANOVA one-way (paramétricos) ou o teste de Kruskal-Wallis, para identificação de possíveis diferenças entre os grupos e as variáveis dependentes. Para verificação de uma possível relação entre e associação entre a memória visual e as mudanças dos resultados do BDNF sérico, utilizar-se-á do teste de correlação de Pearson (paramétrico) ou Sperman (não-paramétrico), visando um nível de significância de  $p < 0,05$ .

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Verificar a relação entre os níveis séricos do BDNF com o desempenho de memória no processo de envelhecimento em sujeitos que desenvolvem atividade práticas e automáticas.

Objetivos Secundários:

1. Verificar a diferença entre os grupos (GMA e GMP) quanto aos níveis séricos do BDNF e o desempenho de memória;
2. Correlacionar os níveis séricos do BDNF com o desempenho de memória em sujeitos praticantes de atividade física automática e prática.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A previsão de riscos é classificada como baixa, ou seja, é semelhante ou menor ao vivenciado na atividade física diária. Pode ocorrer desconforto durante a coleta de 05 ml de sangue para dosagem do BDNF sérico numa primeira etapa e mais 05 ml numa segunda etapa.

Como benefícios são citados que o participante será informado acerca de sua memória declarativa de curto prazo, acuidade visual e aspectos motores e terá a possibilidade de verificar quanto a atividade física poderá favorecer sua memória.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa pode gerar dados sobre os benefícios da praxia ideomotora como intervenção não invasiva para possíveis problemas de memórias declarativas aumentando o acervo de tratamentos para doenças como Alzheimer e Parkinson.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória para essa pesquisa foram apresentados.

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000  
Bairro: Lagoa Nova CEP: 59.079-970  
UF: RN Município: NATAL  
Telefone: (84)3215-3135 Fax: (84)3215-3135 E-mail: cepufm@reitoria.ufrn.br

Página 02 de 04

Continuação do Parecer: 719.271

**Recomendações:**

Recomendamos ao pesquisador que no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE a assinatura do participante e a assinatura do pesquisador fiquem na mesma folha. Isto é uma exigência da Res. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde - CNS.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Após a revisão ética das respostas às pendências levantadas no parecer anterior, concluímos que as mesmas foram reparadas adequadamente.

Essa adequação situa o protocolo em questão dentro dos preceitos básicos da ética nas pesquisas que envolvem o ser humano.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde - CNS e Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP é da responsabilidade do pesquisador responsável:

1. elaborar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada(s), devendo as páginas de assinatura estar na mesma folha (Res. 466/12 - CNS, item IV.5d);
2. desenvolver o projeto conforme o delineado (Res. 466/12 - CNS, item XI.2c);
3. apresentar ao CEP eventuais emendas ou extensões com justificativa (Manual Operacional para Comitês de Ética - CONEP, Brasília - 2007, p. 41);
4. descontinuar o estudo somente após análise e manifestação, por parte do Sistema CEP/CONEP/CNS/MS que o aprovou, das razões dessa descontinuidade, a não ser em casos de justificada urgência em benefício de seus participantes (Res. 466/12 - CNS, item III.2u) ;
5. elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais (Res. 466/12 - CNS, item XI.2d);
6. manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa (Res. 466/12 - CNS, item XI.2f);

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000

Bairro: Lagoa Nova

CEP: 50.078-970

UF: RN

Município: NATAL

Telefone: (84)3215-3135

Fax: (84)3215-3135

E-mail: cepufm@reitoria.ufrn.br

Página 03 de 04

Continuação do Parecer: 719.271

7. encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto (Res. 446/12 - CNS, item XI.2g) e,
8. justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou não publicação dos resultados (Res. 446/12 - CNS, item XI.2h).

NATAL, 16 de Julho de 2014



---

Assinado por:  
Dulce Almeida  
(Coordenador)

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000  
Bairro: Lagoa Nova CEP: 59.078-970  
UF: RN Município: NATAL  
Telefone: (84)3215-3135 Fax: (84)3215-3135 E-mail: cepufm@reitoria.ufrn.br

Página 04 de 04



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

#### Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa: “**Efeito agudo do exercício físico aeróbio com estimulação cognitiva sobre a memória e concentrações sérica do BDNF em idosos**”, que tem como pesquisador responsável Francisco Holanda Cavalcante Neto.

Esta pesquisa pretende avaliar o efeito do exercício físico aeróbio com estimulação cognitiva em relação aos níveis séricos do BDNF e desempenho de memória em idosos saudáveis.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é a grande incidência de demência associada ao processo de envelhecimento e aumento de caso de doenças neurodegenerativas como o Alzheimer, dessa forma julgamos importante investigar formas alternativas de amenizar o declínio cognitivo.

Caso você decida participar, você deverá preencher a ficha diagnóstica do projeto, bem como responder ao questionário de prontidão para atividade física (PARQ), passar por uma avaliação física (Antropometria e funcional), por avaliação de desempenho cognitivo, coleta sanguínea, onde um técnico de enfermagem vindo do Departamento de Enfermagem da UFRN, coletará 5ml de sangue, ainda participarão de sessões de exercício físico acompanhada por um profissional de Educação Física.

O risco que você corre é semelhante àquele sentido num exame físico ou psicológico de rotina, durante as sessões de exercícios corre um risco mínimo de lesões ou acidentes

Pode acontecer um desconforto no momento da coleta sanguínea, no entanto será minimizado pois teremos acompanhamento de nutricionista e como medida preventiva será verificada a pressão arterial antes e após as sessões. Você terá como benefício avaliação física, sanguínea e a inserção em um programa de exercícios físico oferecido pelo projeto, tudo sem custo financeiro.

Em caso de algum problema que você possa ter relacionado com a pesquisa, você terá direito a assistência gratuita que será prestada pelo pesquisador responsável, Francisco Holanda Cavalcante Neto.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Francisco Holanda Cavalcante Neto, nos telefones (84) 3661-4937/ 99668-

8860/ 98827-8692.

Você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.

Se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, telefone 3215-3135.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável, Francisco Holanda Cavalcante Neto.

### ***Consentimento Livre e Esclarecido***

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da “***Efeito agudo do exercício físico aeróbio com estimulação cognitiva sobre a memória e concentrações sérica do BDNF em idosos***” e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal\_\_ de \_\_2016.

\_\_\_\_\_   
 Assinatura do participante da pesquisa



Impressão  
datiloscópica do  
participante

### ***Declaração do pesquisador responsável***

Como pesquisador responsável pelo estudo “***Efeito agudo do exercício físico aeróbio com estimulação cognitiva sobre a memória e concentrações sérica do BDNF em idosos***”, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o

ser humano.

Natal \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2015.

---

**Francisco Holanda Cavalcante Neto**

**CREF 003966-G/RN**

**Pesquisador responsável**

### **ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA**

#### **QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA**

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas. O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se autoajuda. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde.

Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

Sim  Não

2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?

Sim  Não

3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?

Sim  Não

4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?

Sim  Não

5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

Sim  Não

6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

Sim  Não

7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas

Sim  Não

### Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR-Q” e afirmo estar liberado (a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do (a) participante:

Natal, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

Assinatura

CPF: \_\_\_\_\_

## ANEXO 4 – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

### Mini Exame do Estado Mental (MINI-MENTAL)

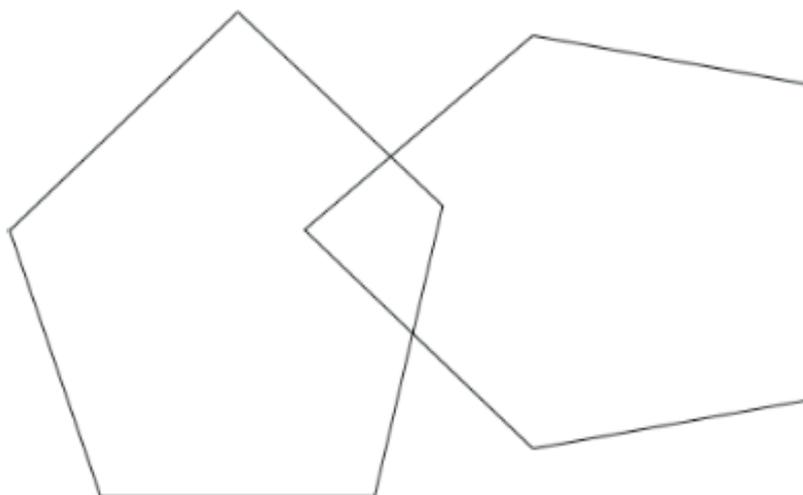
Nome: \_\_\_\_\_ Data Nasc: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Escolaridade (anos/escola): \_\_\_\_\_

Mini Mental de Folstein (1975), adaptado por Brucki et al (2003)			
<b>Orientação Temporal</b> (05 pontos) Dê um ponto para cada item	Ano		
	Mês		
	Dia do mês		
	Dia da semana		
	Semestre/Hora aproximada		
<b>Orientação Espacial</b> (05 pontos) Dê um ponto para cada item	Estado		
	Cidade		
	Bairro ou nome de rua próxima		
	Local geral: que local é este aqui (apontando ao redor num sentido mais amplo: hospital, casa de repouso, própria casa)		
	Andar ou local específico: em que local nós estamos (consultório, dormitório, sala, apontando para o chão)		
<b>Registro</b> (3 pontos)	Repetir: GELO, LEÃO e PLANTA		
<b>Atenção e Cálculo</b> (5 pontos) Dê 1 ponto para cada acerto. Considere a tarefa com melhor aproveitamento.	Subtrair $100 - 7 = 93 - 7 = 86 - 7 = 79 - 7 = 72 - 7 = 65$		
	Solettrar inversamente a palavra MUNDO=ODNUM		

<b>Memória de Evocação</b> (3 pontos)	Quais os três objetos perguntados anteriormente?		
<b>Nomear dois objetos</b> (2 pontos)	Relógio e caneta		
<b>Repetir</b> (1 ponto)	“NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”		
<b>Comando de estágios</b> (3 pontos) Dê 1 ponto para cada ação correta)	“Apanhe esta folha de papel com a mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão”		
<b>Escrever uma frase completa</b> (1 ponto)	“Escreva alguma frase que tenha começo, meio e fim”		
<b>Ler e executar</b> (1 ponto)	FECHE SEUS OLHOS		
<b>Copiar diagrama</b> (1 ponto)	Copiar dois pentágonos com interseção Obs.: Desenhar no verso		
<b>PONTUAÇÃO FINAL (score= 0 a 30 pontos)</b>			

FECHE SEUS OLHOS

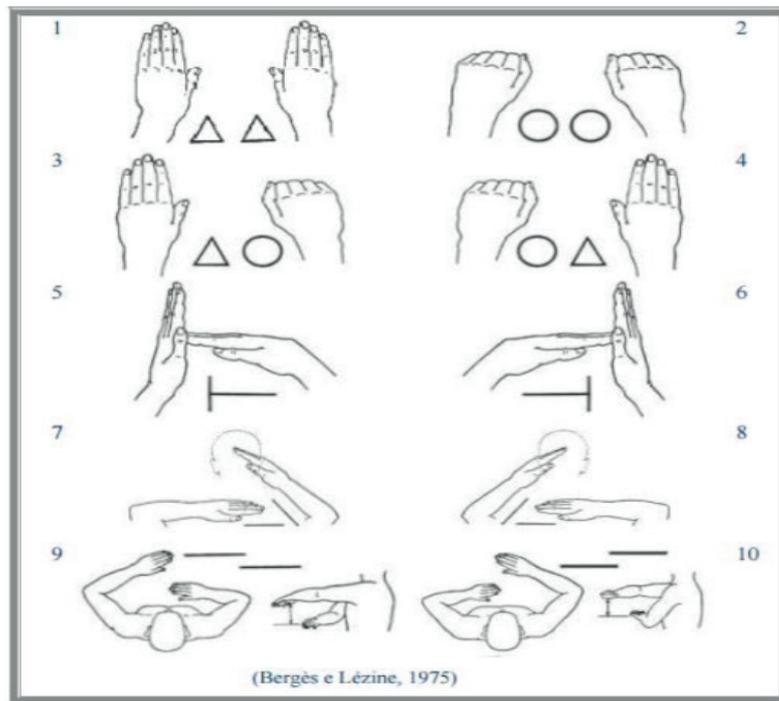


## ANEXO 5 – PROVA DE IMITAÇÃO DOS GESTOS SIMPLES

Prova de imitação dos gestos simples (BERGES & LEZINE, 1987)

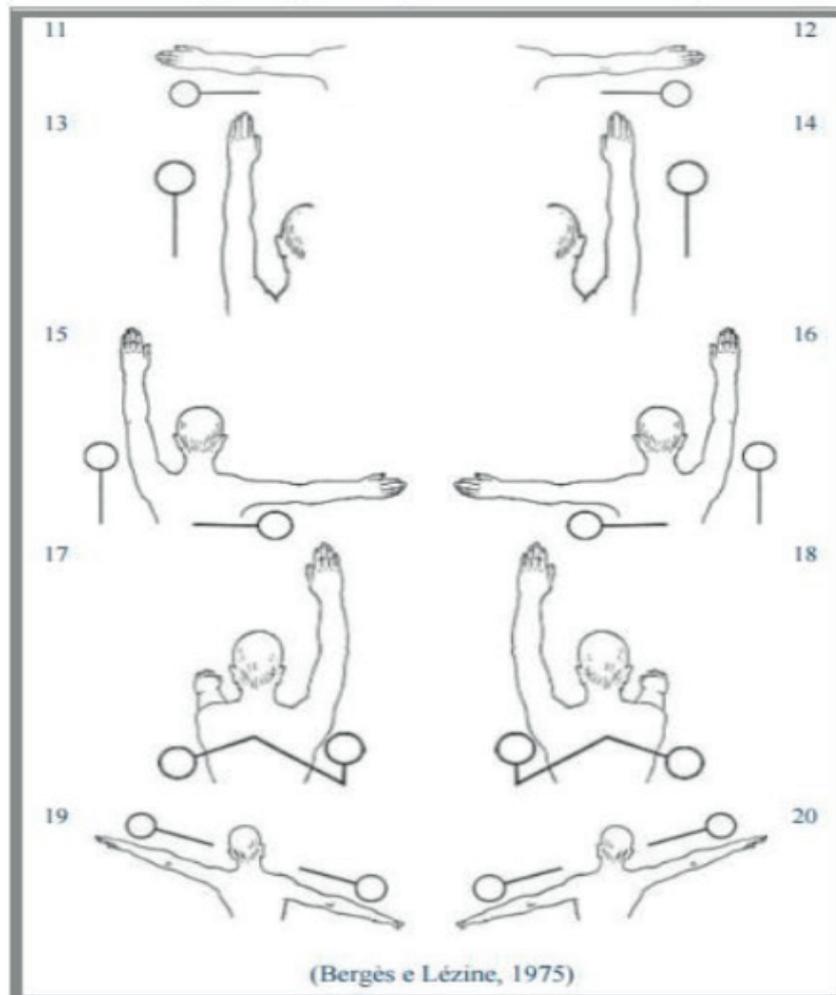
Gesto		Gesto		Gesto		Gesto		
01		06		11		16		
02		07		12		17		
03		08		13		18		
04		09		14		19		
05		10		15		20		<b>Score</b>

1º imitação de gestos simples: movimentos das mãos.



Prova de imitação dos gestos simples (BERGES & LEZINE, 1987)

2º Imitação de gestos simples: movimentos dos braços.



## ANEXO 6 – TESTE DE MEMÓRIA DE LISTA DE PALAVRAS

### 1) Memória da Lista de Palavras (Atkinson e Shiffrin, 1971)

Lista de Palavras para Fixação e Recordação					
1a tentativa	Ordem	2a tentativa	Ordem	3a tentativa	Ordem
Manteiga		Praia		Cabana	
Braço		Braço		Bilhete	
Praia		Cabana		Poste	
Carta		Manteiga		Rainha	
Rainha		Poste		Motor	
Cabana		Motor		Carta	
Poste		Erva		Erva	
Bilhete		Rainha		Braço	
Erva		Bilhete		Manteiga	
Motor		Carta		Praia	
<b>4. Score</b>		<b>4. Score</b>		<b>4. Score</b>	

### 2) Evocação da lista de palavras

Evocação após 5 minutos	
	Ordem
Manteiga	
Braço	
Praia	
Carta	
Rainha	
Cabana	
Poste	
Bilhete	
Erva	
Motor	
<b>6. Score</b>	

### 3) Reconhecimento da lista de palavras

<input checked="" type="checkbox"/> Score:	
--	--

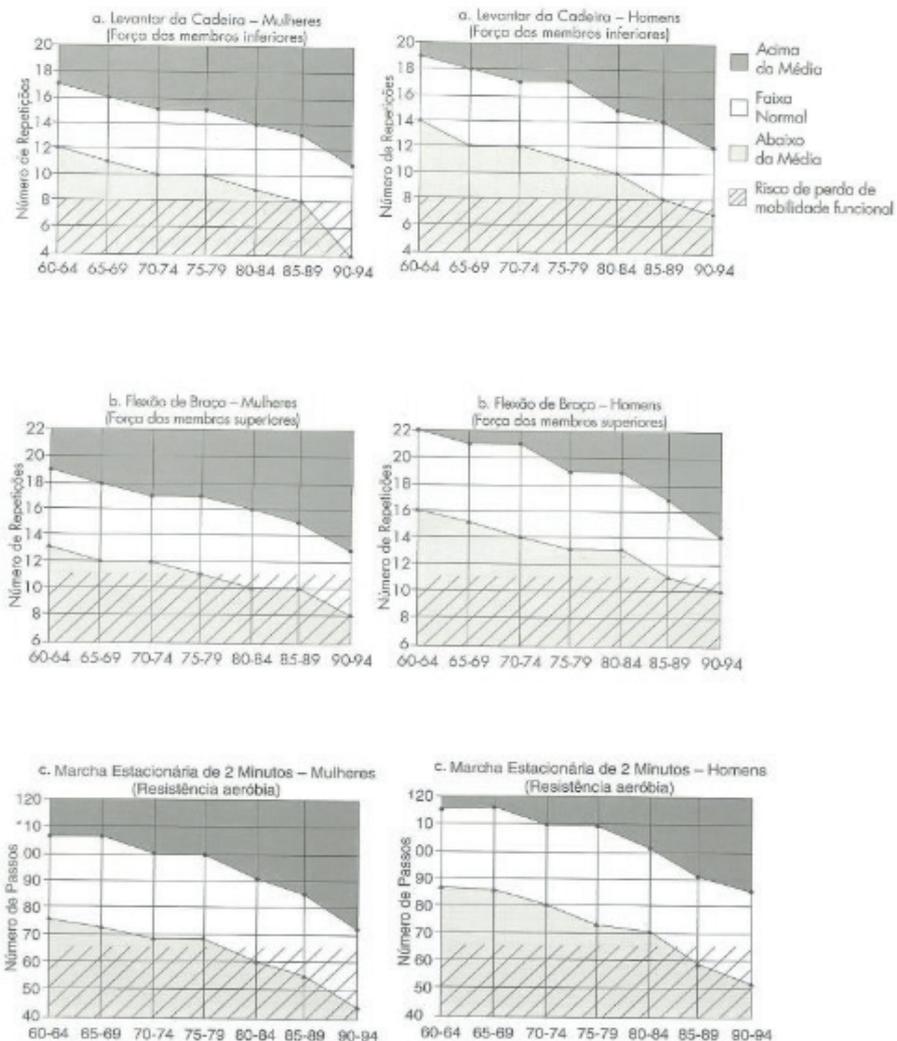
## ANEXO 7 – ESCALA DE PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

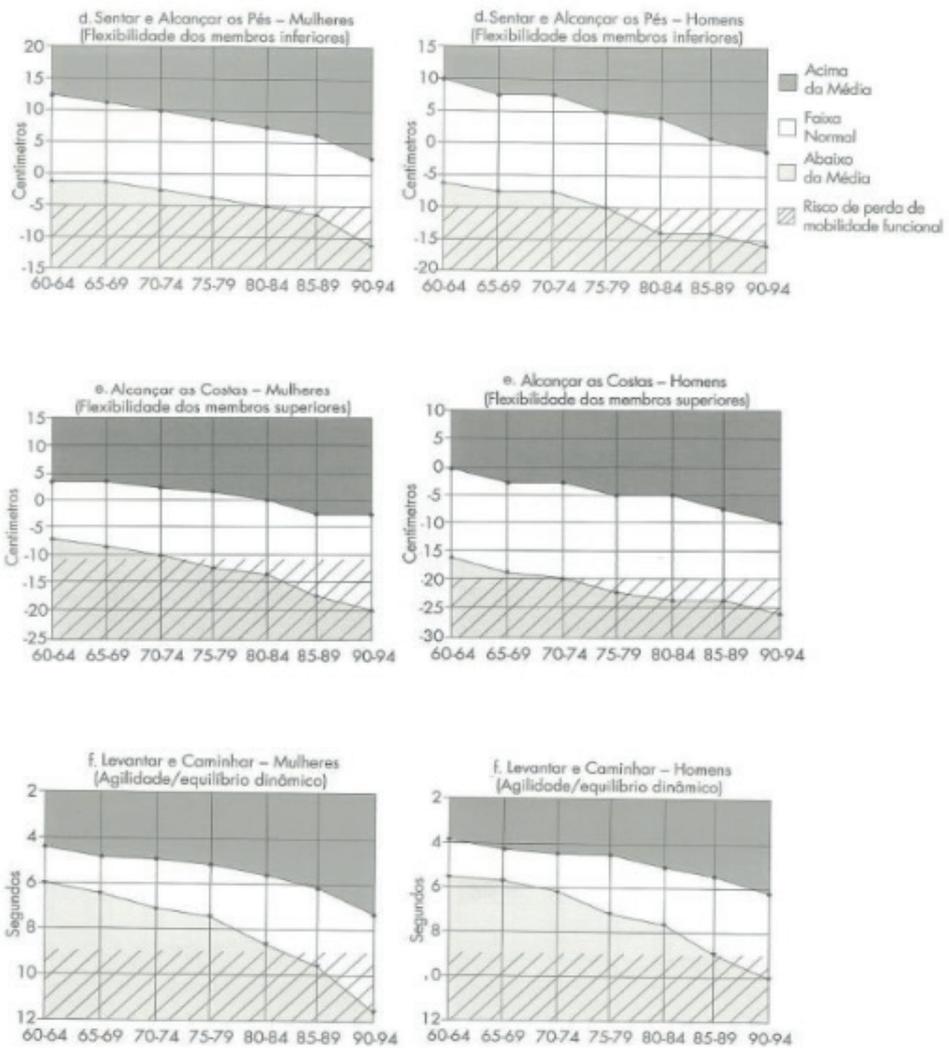
## Percepção Subjetiva de Esforço

6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (Pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Escala RPE de Borg.  
Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998

## ANEXO 8 – GRÁFICOS DE DESEMPENHO DO TESTES DE APTIDÃO FÍSICA PARA IDOSOS (RIKLI E JONES, 1999)





## APÊNDICE 1 – PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS DA SESSÃO ESTIMULAÇÃO COGNITIVA

### Plano de aula

**Objetivo:** Os exercícios elaborados para essa aula têm o objetivo de melhorar o condicionamento físico, além de realizar uma estimulação cognitiva a partir de movimentos que exijam o recrutamento de processos cognitivos simultaneamente a ações motoras.

**Público alvo:** A aula foi planejada para até 15 idosos (>60 anos) por sessão.

**Duração:** 50 minutos.

**Recursos materiais:**

**a)** Para a execução de aula é necessário inicialmente uma piscina semiolímpica (25x12 metros) plana, com profundidade de 1,5 metros;

**b)** Prancheta e Escala de Percepção de Esforço impressa em papel 4<sup>a</sup> e plastificada;

**c)** Aparelho de pressão arterial para que se possa verificar os valores pressóricos antes e após a sessão.

A aula será dividida em três momentos (aquecimento, parte principal e alongamento). No aquecimento serão utilizados exercícios que possam favorecer o aumento da temperatura e fluxo sanguíneo, bem como prepara o sistema neuromuscular melhorando seu desempenho e evitando possíveis lesões.

Na parte principal da aula serão realizados os movimentos que nos permitirão atingir o objetivo principal da aula, desse modo, foram selecionados uma sequência de 30 movimentos que combinam as mais variadas habilidades motoras como por exemplo, os deslocamentos (andando ou correndo) para frente, lateralmente, para trás, com giros/rotações e saltos, dessa forma poderemos estimular o recrutamento de processos cognitivos simultaneamente a ações motoras.

A última parte da aula será composta por alongamentos com o objetivo de relaxar a musculatura utilizada durante essa aula, para atingir esse objetivo específico cada um dos exercícios propostos terá duração de 30 segundos.

A seguir está descrito os exercícios elaborados para cada uma das três partes

da aula.

### **AQUECIMENTO**

- 1) Marcha estacionária, com elevação do joelho;
- 2) Marcha estacionária, com elevação do joelho, empurrando a água para frente com as mãos abertas e alternadas;
- 3) Marcha estacionária, tocando o calcanhar no glúteo, empurrando a água para frente com as mãos abertas e simultâneas;
- 4) Chutando para trás, fazendo abdução e adução dos braços na lateral do corpo;
- 5) Chutar para frente de forma alternada, fazendo extensão e flexão de cotovelo (rosca direta);
- 6) Chutar para um lado e chutar para o outro, empurrar a água com as mãos juntas para lado contrário do chute;
- 7) Pular com os dois pés juntos flexionando o joelho, empurrar a água para baixo com as mãos juntas ao pular;
- 8) Saltar para um lado e para o outro com os pés juntos, empurrar a água para baixo ao saltar;
- 9) Abrir e fechar as pernas, e os braços abrir e fechar a frente do corpo simultâneo à perna (polichinelo);
- 10) Segurar as duas mãos na borda e fazer a pernada do nado crawl.

### **PARTE PRINCIPAL**

- 1) Caminhar para frente executando a sequência de chute frontal simultaneamente com soco na altura do peito, os dois movimentos devem ser executados do mesmo lado;
- 2) Caminhar para frente e realizar chutes laterais, com braços fazendo circundução no sentido horário no mesmo lado do chute;
- 3) Deslocar-se a frente realizando saltos com adução e abdução de pernas, simultaneamente com flexão e extensão de ombros;
- 4) Deslocar-se a frente realizando chute cruzado, simultaneamente com circundução do ombro;
- 5) Caminhar de costas alternando o toque da mão direita no calcanhar esquerdo, seguido do toque da mão esquerda no calcanhar direito;
- 6) Caminhar de costas realizando passos laterais (2 para cada lado) e executando socos alternados;
- 7) Caminhar lateralmente cruzando as pernas, realizando socos para cima;
- 8) Saltos lateralmente com pernas juntas, os braços devem realizar o movimento da braçada do nado crawl, no entanto sem puxar a água;
- 9) Caminhar para frente e realizar chutes laterais, e executando a braçada do nado borboleta;

- 10) Cada aluno deverá criar uma forma de deslocamento lateral;
- 11) Caminhar para frente executando saltos com sobrepasso, simultaneamente realizar circundução do ombro (braço na horizontal);
- 12) Em duplas, um de costas para o outro, deverão se deslocar estando com as costas em contato com o companheiro e mãos dadas, realizando a sequência de deslocamento: Lateral, frente, lateral, costas;
- 13) Em duplas, um de frente para o outro de mãos dadas, deslocamento lateral cruzando as pernas;
- 14) Caminhar para frente realizando passos em diagonal (dois passos para cada lado), simultaneamente realizar circundução dos braços, alternando o sentido (braço direito no sentido horário e o braço esquerdo no sentido anti-horário);
- 15) Caminhar para frente, executando joelhada cruzada (movimento do muay thai), braços estendidos a 90° para o lado realizando circundução;
- 16) Caminhar para trás realizando hiperextensão de pernas (chute para trás), simultaneamente realizar flexão de cotovelo;
- 17) Saltar para frente em diagonal alternando os lados (uma para direita e outro para esquerda), realizando flexão e extensão de ombros alternadamente;
- 18) Saltar para frente com as pernas juntas e com os braços fazendo o movimento do nado crawl;
- 19) Com apenas uma perna apoiada no solo, o indivíduo deverá realizar um chute com a perna de apoio, enquanto que perna estendida passará a ser a perna de apoio. Simultaneamente realizar um soco cruzado. Essa sequência deverá ser realizada em deslocamento para frente;
- 20) Cada aluno deverá criar uma forma de deslocamento para frente;
- 21) Caminhar para trás tentando alcançar as costas com uma das mãos, enquanto a outra mão toca o joelho que deve estar flexionado, a mão deverá o toque do joelho do lado contrário;
- 22) Deslocar para trás realizando chutes para frente, simultaneamente realizar a braçada do nado costas;
- 23) Deslocar para trás realizando chutes cruzados, simultaneamente as mãos devem realizar o movimento do teste de alcançar as costas (Uma das mãos por cima da cabeça e outra por baixo), durante a execução deve-se alternar a mãos por baixo e por cima;
- 24) Deslocar para trás realizando o movimento da ginga da capoeira, com os braços empurrando a água para trás;
- 25) Deslocamento para frente com flexão de joelho e quadril e posteriormente abdução, esse movimento deverá ser feito com uma perna de cada vez, simultaneamente os braços devem empurrar a água para lateral;
- 26) Deslocamento de costas executando soco gancho (de baixo para cima) na diagonal, e depois chute com o joelho estendido na diagonal, os movimentos de braço e perna devem seguir a direção inversa;

- 27) Saltar para frente executando chutes frontais, simultaneamente os braços devem fazer o movimento de adução e abdução;
- 28) Cada aluno deverá criar uma forma de deslocamento de costas;
- 29) Saltar lateralmente realizando adução e abdução de pernas e braços (polichinelo);
- 30) Caminhar para frente empurrando a água com as duas mãos para o lado e chutar com uma das pernas para o lado contrário (alternar os lados).

#### ALONGAMENTO

- 1) Flexão de joelho: LD 30s e LE 30s (aproximando o joelho do peito);
- 2) Flexão do joelho: LD 30s e LE 30s (aproximando o calcanhar do glúteo);
- 3) Base de caráter: Perna da frente com joelho semi-flexionado e a perna de trás estendida): LD 25s e LE 25s;
- 4) A perna da frente estendida irá colocar a ponta dos dedos na parede e calcanhar no chão, fazendo uma flexão do tornozelo: LD 25s e LE 25s;
- 5) Extensão do quadril para frente:20s;
- 6) Rotação do tronco para lado direito 20s e para o lado esquerdo 20s;
- 7) Alongamento de Braço: LD 15s e LE 15s (Frente do peito);
- 8) Alongamento de Braço: LD 15s e LE 15s (nas costas);
- 9) Pescoço para cima 10s e para baixo 10s;
- 10) Pescoço para o lado esquerdo 10s e para o lado direito 10s;

# SOBRE OS AUTORES

**Francisco Holanda Cavalcante Neto** - Professor pesquisador da Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Professor do Centro de Ensino Positivo e Preceptor do curso de Educação Física da Universidade Potiguar

Mestre em Educação Física - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Jônatas de França Barros** - Professor Titular no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e no Núcleo de Estudos em Educação e Promoção da Saúde e Projetos Inclusivos no Centro de Estudos Avançados e Multidisciplinares da Universidade de Brasília

Pós-doutor em Educação Inclusiva e Reabilitação pela Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa – Portugal

**Patrick Ramon Stafin Coquerel** - Professor no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina

**Hudday Mendes da Silva** - Professor assistente da Faculdade Leão Sampaio no curso de Educação Física

Mestre em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Maryana Pryscilla Silva de Moraes** - Professora de Educação Física

Mestre em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Mércia Vitoriano da Costa** - Professora de Educação Física

Graduada em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Denize Mota Nascimento** - Professora de Educação Física

Graduada em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Franciane Bobinski** - Professora do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Sul de Santa Catarina

Doutora em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina com período de doutorado sanduíche no Carver College of Medicine da Universidade de Iowa, nos Estados Unidos

**André Ribeiro da Silva** - Professor no Núcleo de Estudos em Educação e Promoção da Saúde e Projetos Inclusivos no Centro de Estudos Avançados e

Multidisciplinares da Universidade de Brasília

Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**