



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

SANDRA AIRES FERREIRA

**APTIDÃO FUNCIONAL E DIFERENTES MODALIDADES DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS:
IMPLICAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO COGNITIVO E
ATIVIDADE CEREBRAL DE IDOSOS FISICAMENTE
INDEPENDENTES**

SANDRA AIRES FERREIRA

**APTIDÃO FUNCIONAL E DIFERENTES MODALIDADES DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS:
IMPLICAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO COGNITIVO E
ATIVIDADE CEREBRAL DE IDOSOS FISICAMENTE
INDEPENDENTES**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física associado UEL/UEM, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Denílson de Castro
Teixeira

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Ferreira, Sandra Aires

Aptidão funcional e diferentes modalidades de exercícios físicos: implicações sobre o desempenho cognitivo e atividade cerebral de idosos fisicamente independentes / Sandra Aires Ferreira. - Londrina, 2019. 101 f.: il.

Orientador: Denilson de Castro Teixeira.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2019.

Inclui bibliografia.

1. envelhecimento - Tese. 2. exercício físico - Tese. 3. estado mental - Tese. 4. ativação cerebral - Tese. I. Teixeira, Denilson de Castro. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

SANDRA AIRES FERREIRA

**APTIDÃO FUNCIONAL E DIFERENTES MODALIDADES DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS:
IMPLICAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO COGNITIVO E ATIVIDADE
CEREBRAL DE IDOSOS FISICAMENTE INDEPENDENTES**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física associado UEL/UEM, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Denílson de Castro Teixeira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Alexandre Hideki Okano
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Cosme Franklin Buzzachera
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Prof^a. Dr^a. Viviane Souza Pinho Costa
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Londrina, 11 de março de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico esta Tese *In memorian* a minha mãe, Olinda Aires Ferreira, por seu amor, incentivo e apoio a qual não mediu esforços para se dedicar e ajudar na conclusão dos meus estudos e formação como pessoa. *In memorian* a minha filha Ana Lua, um anjo que se faz presente em todos os dias da minha vida.

AGRADECIMENTOS

São muitos os que merecem ser lembrados neste espaço, porém gostaria de desculpar aos que não foram citados, mas jamais esquecidos do que realmente representam para minha vida. Portanto, agradeço a todos aqueles (citados ou não) que direta ou indiretamente contribuíram para que pudesse concretizar mais um objetivo acadêmico, meu respeito e gratidão, e em particular:

Primeiramente a Deus, pois sem ele não teria chegado até aqui.

Ao meu pai Arildo que me acolheu em sua casa para que eu pudesse concretizar o doutorado.

Aos meus irmãos (Hylcéya, Ricardo, Tiago), que sempre me apoiaram.

Ao meu marido Marcos e nosso filho Nicolas que sempre estiveram ao meu lado nestes anos.

Ao meu orientador, Denílson de Castro Teixeira por me indicar os melhores caminhos a serem seguidos, pela oportunidade de aprender e de crescer profissionalmente, assim como pela grande amizade.

A todos os professores da UEL que dividiram conhecimentos e muitos momentos de alegria.

Aos doutorandos André, Mário, Camila, Anderson, Silvana e Fabiana, também as mestrandas Bruna e Gisele obrigada pela ajuda, apoio e incentivo. Aos demais membros do GEPEHAF.

As queridas amigas Flávia, Danila e Luiza pelo companheirismo em todas as nossas conversas e desabafos, obrigada pelo carinho e paciência, com quem compartilhei alguns momentos difíceis e com certeza muitos felizes.

A querida amiga Marilza por me receber em sua casa, me fazer refeições deliciosas e pela paciência em me ouvir durante esses anos.

Ao amigo Timothy pelo auxílio nas análises estatísticas, pelas discussões científicas e conversas sobre a vida.

Ao amigo Danilo pelo auxílio e dicas sobre revisão sistemática.

A Capes e Fundação Araucária pelo apoio financeiro da pesquisa.

Agradeço por fim a todos que fizeram parte da minha vida nesses anos, e que colaboraram de alguma forma para minha formação pessoal e profissional.

FERREIRA, Sandra Aires. **Aptidão funcional e diferentes modalidades de exercícios físicos**: implicações sobre o desempenho cognitivo e atividade cerebral de idosos fisicamente independentes. 2019. 101 f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Introdução: Evidências apontam que o desempenho físico e funcional está relacionado ao desempenho cognitivo em idosos e que o exercício físico de caráter aeróbio, neuromotor, neuromuscular (resistido) e de flexibilidade exigem distintas demandas metabólicas e, por isso, podem estimular diferentemente a atividade cerebral e as funções cognitivas. Apesar da forte associação entre o exercício físico e a cognição, não está esclarecido se uma das modalidades e/ou o desempenho das capacidades físicas/motoras possa provocar maiores efeitos no desempenho cognitivo e na atividade cerebral de idosos. **Objetivos:** Por meio de um estudo transversal, verificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional em prever o desempenho cognitivo (DC) de idosos fisicamente independentes e, por meio de uma revisão sistemática, demonstrar os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. **Métodos:** Com a finalidade de responder o primeiro objetivo, 427 idosos (295 mulheres e 132 homens) foram submetidos a medidas antropométricas (massa corporal e estatura), avaliação de seis testes que avaliam a aptidão funcional (AF) e do desempenho cognitivo mediante Mini-Exame do Estado Mental (MEEM). Para esclarecer o segundo objetivo, foi realizada uma revisão sistemática sobre os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. Foram identificados inicialmente 332 estudos, excluiu-se 38 duplicatas e 284 após leitura dos títulos e resumos. Dez artigos foram selecionados que forneceram indicações de outros quatro para leitura dos textos na íntegra, totalizando 14 artigos. Destes, nove não atenderam aos critérios de elegibilidade, restando cinco artigos para a análise qualitativa. **Resultados:** Os idosos com DC1 (<20) são mais velhos do que idosos com DC3 (24-26) e DC4 (>26-30) e possuem menor escolaridade e nível socioeconômico (NSE). Correlações significativas fracas e moderadas foram demonstradas entre o DC, a escolaridade, o NSE e o desempenho da aptidão funcional, exceto para o teste de flexibilidade. Os idosos com DC1 (<20), demonstraram menor AF comparados aos outros grupos (20-23; 24-26; >26-30). O equilíbrio apresentou melhor sensibilidade/especificidade para discriminar idosos nos escores acima de 26 pontos (17,9 seg.), enquanto a agilidade, discriminou melhor idosos nos escores abaixo de 20 pontos (27,6 seg.) no MEEM. A revisão sistemática demonstrou que exercícios aeróbios, neuromotores e neuromusculares, realizados de forma isolada ou combinados com alguma tarefa cognitiva (videogame) pode acionar diferentes mecanismos e redes neurocognitivas. Porém, com indícios que a prática de exercícios neuromotores apresentam maiores efeitos na ativação cerebral. **Conclusão:** Houve discretas vantagens, tanto na abordagem transversal quanto na revisão sistemática, do desempenho dos indicadores da aptidão física e funcional, capacidades neuromotoras, no desempenho cognitivo e na atividade cerebral, de idosos fisicamente independentes. Os resultados, permitem sugerir que os exercícios e as capacidades neuromotoras possuem potencial para contribuir com a prevenção e tratamento de déficits cognitivos em relação às as outras

modalidades/capacidades. Porém, são necessárias adicionais investigações com estudos clínicos randomizados que adotem intervenções que enfatizem a modalidade/tipo de exercício físico separadamente (componente único), com rigor na descrição dos componentes das sessões de exercícios.

Palavras-chave: Envelhecimento. Estado mental. Cognição. Desempenho físico. Ativação cerebral.

FERREIRA, Sandra Aires. **Functional fitness and different modalities of physical exercises**: implications on cognitive performance and cerebral activity of physically independent elderly. 2019. 101 p. Thesis (Doctorate's degree in Physical Education) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2019.

ABSTRACT

Introduction: Evidence indicates that physical and functional performance is related to cognitive performance in the elderly and that aerobic, neuromotor, neuromuscular (resistive) and flexibility physical exercise demand different metabolic demands and, therefore, may stimulate brain activity differently and cognitive functions. Despite the strong association between physical exercise and cognition, it is unclear whether one of the modalities and / or performance of the physical / motor abilities can cause greater effects on the cognitive performance and brain activity of the elderly. **Objectives:** Through a cross-sectional study, to verify the ability of physical and functional fitness tests to predict the cognitive performance (CD) of physically independent elders and, through a systematic review, to demonstrate the effects of different modalities of physical exercise in the activity of the elderly. **Methods:** In order to answer the first objective, 427 elderly (295 women and 132 men) underwent anthropometric measurements (body mass and stature), evaluation of six tests that evaluate functional aptitude (AF) and cognitive performance through Mini-Mental State Examination (MMSE). To clarify the second objective, a systematic review on the effects of different modalities of physical exercise on the brain activity of the elderly was carried out. A total of 332 studies were identified, 38 duplicates were excluded, and 284 were excluded after reading titles and abstracts. Ten articles were selected that provided indications of four others to read the texts in full, totaling 14 articles. Of these, nine did not meet the eligibility criteria, leaving five articles for the qualitative analysis. **Results:** The elderly with DC1 (<20) are older than the elderly with DC3 (24-26) and DC4 (>26-30) and have lower educational level and socioeconomic level (SES). Significant weak and moderate correlations were demonstrated between CD, schooling, NSE and functional fitness performance, except for the flexibility test. The elderly with DC1 (<20), showed lower AF compared to the other groups (20-23; 24-26; >26-30). The balance presented better sensitivity / specificity to discriminate the elderly in scores above 26 points (17.9 sec), while agility discriminated better in the scores below 20 points (27.6 sec) in the MMSE. The systematic review has shown that aerobic, neuromotor and neuromuscular exercises, performed in isolation or combined with some cognitive task (video game) can trigger different neurocognitive mechanisms and networks. However, with evidence that the practice of neuromotor exercises have greater effects on brain activation. **Conclusion:** There were discrete advantages, both in the transversal approach and in the systematic review, of the performance of indicators of physical and functional ability, neuromotor abilities, cognitive performance and brain activity, of physically independent elderly. The results suggest that neuromotor exercises and abilities have the potential to contribute to the prevention and treatment of cognitive deficits in relation to other modalities / capacities. However, additional investigations are needed with randomized clinical trials that adopt interventions that emphasize the modality / type of physical exercise separately (single component), with rigor in the description of the components of the exercise sessions.

Keywords: Aging. Mental state. Cognition. Physical performance. Activation.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 -	Idade, características antropométricas, escolaridade e nível socioeconômico dos participantes de acordo com a classificação do desempenho cognitivo determinado pelo MEEM	42
Tabela 2 -	Correlação entre o desempenho cognitivo, desempenho funcional, escolaridade e nível socioeconômico	43
Tabela 3 -	Área sob a curva referente aos testes funcionais, escolaridade e nível socioeconômico de acordo com os pontos de corte do MEEM	44
Figura 1 -	Comparação entre os grupos de desempenho cognitivo (<20; 20-23; 24-26; >26) com o desempenho funcional (flexibilidade, agilidade, equilíbrio, força preensão manual, força de membros inferiores, resistência aeróbia).	44
Figura 2 -	Área sob a curva com pontos de corte para discriminar os grupos de DC a partir do desempenho no teste de equilíbrio (DC4>26-30) e agilidade (DC1<20).....	46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

METODOLOGIA GERAL

Quadro 1 - Classificação do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), avaliação do desempenho cognitivo e número de idosos por grupo	27
Quadro 2 - Estratégia PICO para busca bibliográfica.....	31
Quadro 3 - Estratégia de busca utilizada para localização dos estudos no Web of Science	32
Figura 1 - Desenho experimental do estudo.....	26

ARTIGO 2

Quadro 1 - Estratégia de busca utilizada para localização dos estudos	60
Quadro 2 - Características dos estudos incluídos	63
Figura 1 - Fluxograma PRISMA da estratégia de busca em cada etapa do processo de seleção dos estudos selecionados	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
AUC	Área Sob a Curva (<i>Area Under the Curve</i>)
BDNF	<i>Brain-derived neurotrophic fator</i> (Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro)
CL	Cochrane Library
CPF	Córtex Pré-Frontal
DC	Desempenho cognitivo
DF	Desempenho Funcional
DP	Desvio Padrão
EEG	Eletroencefalografia
EPE	Erro Padrão de Estimativa
FMI	Foça de membros inferiores
fNIRS	Eespectroscopia de Infravermelho Próximo Funcional
HHb	Desoxi-hemoglobina
IC 95%	Intervalo de Confiança estabelecido com nível de confiança de 95%
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
IMC	Índice de Massa Corporal
IRM	Imagem por Ressonância Magnética
IRMf	Imagem por Ressonância Magnética Funcional
MC	Massa Corporal
MEEM	Mini-Exame do Estado Mental
M-FDE	Força de prensão manual (média do desempenho da mão direita e esquerda)
MI	Membros inferiores
MS	Membros superiores
O ₂ Hb	Oxi-hemoglobina
PET	Tomografia por Emissão de Positrões (<i>Positron emission tomography</i>)
PP	Parte principal
RCT	Ensaio Clínico Randomizado (<i>Randomized controlled trial</i>)
Rho	Coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>
RM	Repetições máximas
ROC	Curva Roc (Receiver Operator Characteristic Curve)

ROIs	Regiões de interesse
T	Treinamento
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
TCM	Treinamento contínuo moderado
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Cognição e demência	16
1.2	Avaliação do desempenho cognitivo e da atividade cerebral	17
1.3	Desempenho funcional, exercício físico e cognição	19
1.4	Justificativa	21
1.5	Hipóteses.....	22
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos.....	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	Delineamento do Estudo 1	25
3.1.1	População e amostra.....	25
3.1.2	Procedimentos e coleta dos dados.....	26
3.1.2.1	Identificação e avaliação do desempenho cognitivo.....	27
3.1.2.2	Avaliação antropométrica	27
3.1.2.3	Avaliação da aptidão física e funcional.....	28
3.1.3	Análise estatística.....	29
3.2	Delineamento do Estudo 2	31
3.2.1	Estratégia de pesquisa	31
3.2.2	Seleção dos estudos	32
3.2.3	Extração dos dados	33
3.2.4	Análise estatística.....	33
4	RESULTADOS – ARTIGOS	34
4.1	Artigo 1: A aptidão física e funcional como preditora do desempenho cognitivo em idosos fisicamente independentes.....	34
4.1.1	Introdução.....	36
4.1.2	Metodologia	37
4.1.2.1	Participantes.....	37
4.1.2.2	Procedimentos e coleta de dados.....	38

4.1.2.3	Avaliação antropométrica	39
4.1.2.4	Avaliação da aptidão física e funcional	39
4.1.2.5	Análise estatística	41
4.1.3	Resultados	41
4.1.4	Discussão	46
4.1.5	Conclusão	50
4.1.6	Referências	52
4.2	Artigo 2: Efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos: uma revisão sistemática	55
4.2.1	Introdução	57
4.2.2	Metodologia	59
4.2.2.1	Estratégia de pesquisa	59
4.2.2.2	Seleção dos estudos	60
4.2.2.3	Extração dos dados	61
4.2.2.4	Análise estatística	61
4.2.3	Resultados	61
4.2.4	Discussão	83
4.2.5	Conclusão	86
4.2.6	Referências	87
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
6	REFERÊNCIAS	92
7	ANEXO	96
8	APÊNDICES	99

1. INTRODUÇÃO

1.1. Cognição e demência

A expectativa média de vida do brasileiro no início do século 20 (1910) era de 33,4 anos e, ao final (2000), saltou para 64,8 anos (64,8 para homens e 72,6 para mulheres), ou seja, aumento médio aproximado de 31 anos em quase um século¹. Informações mais recentes revelam que a média de vida de um brasileiro aumentou para 74,4 anos². A expectativa de vida é dependente de diversos fatores, dentre eles, a escolaridade, o nível socioeconômico, comportamentos saudáveis (atividade física e alimentação) e o desenvolvimento do país³. De forma geral, as sociedades estão atravessando uma transição demográfica importante, ou seja, a possibilidade das pessoas viverem mais anos⁴.

Contudo, o envelhecimento humano vem invariavelmente acompanhado, entre outras, por disfunções associadas ao aspecto motor (dependência e limitações físicas) e mental (demências). Embora essas disfunções possam ocorrer e serem tratadas separadamente existem evidências que revelam interações entre indicadores de desempenho físico e de saúde mental⁵. Ou seja, um idoso com baixo desempenho cognitivo pode apresentar também menor desempenho funcional e vice versa⁶.

A cognição é considerada fundamental para que os idosos possam usufruir de uma vida fisicamente independente. Com esta afirmação, Gamage et al.⁵ procuraram identificar fatores ambientais associados ao nível de cognição. Para os pesquisadores, embora haja diversos fatores, apenas os fatores como, níveis de atividade física, visitas de membros da família, condição educacional e engajamento em atividades de lazer foram preditores da cognição entre 421 idosos residentes em instituições de cuidados. É importante destacar que, o comprometimento cognitivo, mesmo que leve, tem sido interpretado como um prelúdio para uma subsequente demência⁷.

As síndromes demenciais são caracterizadas pela presença de déficit progressivo na função cognitiva, com maior ênfase na perda de memória, com comprometimentos da participação do idoso em atividades sociais e ocupacionais⁸. Pode ser definida como a condição na qual ocorre decréscimo cognitivo comparado a um nível prévio do indivíduo⁹. A demência é uma das maiores ameaças para o envelhecimento da população. Além de comprometer a qualidade de vida dos

idosos, afeta a família imediata, transformando cônjuges ou filhos em cuidadores e, muitas vezes, sobrecarregando as finanças familiares e públicas¹⁰. A demência de Alzheimer é responsável por aproximadamente 60% dos casos¹¹, que também são consideradas, a demência com corpos de Lewy, doença vascular, síndromes de degeneração frontotemporal e vários outros distúrbios menos comuns¹². Em 2015, as demências afetavam 47 milhões e, é previsto atingir, 132 milhões de pessoas em todo o mundo em 2050. É importante salientar que 60% destas pessoas afetadas, serão provenientes de países de baixa ou média renda⁴.

Menos devastador, mas também prejudicial à qualidade de vida é o comprometimento cognitivo leve, que é um indicador de déficit em alguma função cognitiva. O comprometimento cognitivo leve é documentado em mais de 10% dos idosos com mais de 70 anos e, ocorre em mais de 20% de idosos após os 80 anos de idade¹³. Evidências revelam associações entre baixa função cognitiva com funcionalidade reduzida (baixo desempenho funcional), aumento no índice de quedas, declínios cognitivos e a doenças que frequentemente afetam os idosos¹⁴⁻¹⁸.

1.2. Avaliação do desempenho cognitivo e da atividade cerebral

O desempenho cognitivo pode ser estimado a partir de uma avaliação da função cognitiva, que pode ser dividida em domínios como, percepção, aprendizagem, memória, atenção, vigilância, raciocínio e solução de problemas. A atividade cerebral pode ser avaliada de diversas formas e permite identificar parâmetros cognitivos como, desempenho cognitivo, por meio de testes cognitivos e, ativação e oxigenação cerebral com recursos da neuroimagem. Os testes (tarefas cognitivas) que avaliam as funções cognitivas fornecem informações sobre o desempenho cognitivo geral ou por domínios e as técnicas de neuroimagem têm sido intensamente utilizadas para medidas que avaliam o funcionamento cerebral (ativação cerebral). Algumas técnicas de imagem permitem mapear o fluxo sanguíneo cerebral regional, que indica um índice fiel do funcionamento cerebral local, e outras detectam mudanças transitórias no grau de oxigenação da hemoglobina.

A oxigenação cerebral ocorre em paralelo às variações do fluxo sanguíneo cerebral regional causada por aumentos ou diminuições na demanda de atividade cerebral local¹⁹. O uso de técnicas de neuroimagem permite investigar mais

precisamente anormalidades cerebrais subjacentes aos déficits de memória presentes em idosos²⁰.

A ativação da área cerebral é acompanhada de “despolarização” do potencial de membrana do neurônio. Para manter ou restabelecer o potencial de membrana é necessário um incremento do suprimento de energia e oxigênio, que provoca aumento no fluxo sanguíneo. Dessa forma, a ativação neuronal é acompanhada de um aumento do fluxo de sangue, do consumo de oxigênio (VO_2) e da hemoglobina oxigenada nos capilares do tecido cerebral ativado²¹.

Entre os recursos de neuroimagem para medir a atividade cerebral pode-se destacar o eletroencefalografia (EEG), imagem por ressonância magnética (IRM), imagem por ressonância magnética funcional (IRMf) e dispositivos de espectroscopia no infravermelho próximo (fNIRS)²². A EEG é um exame de monitoramento não invasivo que registra a atividade elétrica do cérebro. É realizado com eletrodos fixados no couro cabeludo por meio de uma pasta condutora de eletricidade. Objetiva registrar a atividade cerebral para detectar possíveis anormalidades neurológicas. Neste exame, os eletrodos colocados no couro cabeludo e os sinais são transmitidos para o computador, que os transforma em um mapa de cores e sinais a partir da atividade cerebral.

A IRM é a propriedade física exibida por núcleos de determinados elementos que, quando submetidos a um campo magnético forte e excitados por ondas de rádio em determinada frequência (Frequência de Larmor), emitem rádio sinal, o qual pode ser captado por uma antena e transformado em imagem. A IRM não é invasiva, mas sensível para avaliar partes moles, particularmente o encéfalo. Porém, trata-se de uma técnica onerosa e apresenta grande potencial diagnóstico, poucos efeitos deletérios e muitos benefícios a serem obtidos com o seu uso. A IRMf permite verificar alterações na intensidade do fluxo sanguíneo nas regiões do cérebro associadas a funções específicas. Possibilita analisar o funcionamento do cérebro de um indivíduo em plena atividade, além da possibilidade de aplicação em outras partes do corpo humano.

O fNIRS é uma técnica de imagem óptica não invasiva para medir as alterações do fluxo sanguíneo no cérebro associadas à atividade cerebral. As diversas medidas proporcionam a avaliação do metabolismo da circulação em regiões específicas dos tecidos. É uma técnica que demonstra mudanças contínuas no suprimento sanguíneo regional da microvasculatura²³.

Entre os testes (tarefas cognitivas) para avaliar as funções cognitivas (parâmetros cognitivos) destaca-se Mini-Exame do Estado Mental (MEEM). O instrumento que foi desenvolvido por Folstein, Folstein, McHugh²⁴, é composto por sete categorias que avaliam funções cognitivas específicas: orientação para tempo (5 pontos), orientação para local (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), lembrança de três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore do MEEM varia de zero a 30 pontos e a sua interpretação deve considerar o nível de escolaridade do idoso. Valores abaixo dos pontos de corte considerando a escolaridade indicam possível déficit cognitivo.

1.3. Desempenho físico e funcional, exercício e cognição

Com a finalidade de padronizar a prescrição e orientação de exercícios físicos, o *American College of Sports Medicine (ACSM)*²⁵ classificou os tipos de exercícios físicos em aeróbios, neuromotores, resistidos (neuromuscular) e de flexibilidade. Considerando as necessidades energéticas/metabólicas e de condução nervosa específicas, cada tipo de exercício deverá exercer funções distintas no organismo e, portanto, receber maior atenção durante um programa de treinamento. Neste sentido, para controle e tratamento da hipertensão, obesidade e diabetes são recomendados essencialmente exercícios de caráter aeróbio e para sarcopenia, exercícios resistidos²⁵. A associação entre o nível de aptidão cardiorrespiratória e todas as causas de mortalidade está bem documentada na literatura^{26,27}.

Mais recentemente, a relação entre exercício físico e função cognitiva tem ganhado notoriedade, com ênfase para os exercícios aeróbios²⁸⁻³¹. Estudos tem revelado que a prática de atividade física está associada a melhorias no funcionamento cognitivo por meio de adaptações fisiológicas específicas, que agem na preservação e/ou na redução da velocidade dos declínios motores e cognitivos^{29,30,32,33}. Outros efeitos são um melhor desempenho cognitivo e melhor plasticidade cerebral funcional e estrutural, relatados após treinamento cardiovascular, de força, coordenação e equilíbrio^{34, 35}. Estudos sugerem que, não apenas o exercício aeróbio, mas diferentes tipos têm o potencial para induzir plasticidade cerebral e estrutural e aumentar o desempenho cognitivo³⁶. Parece importante, neste contexto, que as intervenções com pratica de exercício físico

forneçam oportunidades de tomada de decisão, pois acredita-se que elas facilitem a melhora do desempenho motor e da função cognitiva³⁷.

Adicionalmente, há forte associação entre desempenho motor (marcha)³⁸ e desempenho cognitivo¹⁴ com a incidência de quedas em idosos. Neste sentido, pode-se supor que um tipo de exercício (aeróbio, neuromotor, neuromuscular e flexibilidade) que possibilite reduzir a incidência de quedas, também poderia aumentar a função cognitiva em idosos (desempenho cognitivo).

Contudo, embora haja esforços para fornecer informações precisas para a elaboração de programas de exercícios físicos para diversas enfermidades crônicas^{25,39} faltam dados consistentes sobre o tipo de exercício físico e ou o desempenho das capacidades físico/motoras que possam promover maiores efeitos na função cognitiva e na atividade cerebral de idosos. Considera-se que existe uma lacuna de conhecimento a respeito do efeito de diferentes modalidades de exercício físico no desempenho cognitivo e qual o tipo de exercício físico (aeróbios, neuromusculares, neuromotores e de flexibilidade) está associado a melhor ativação cerebral e o desempenho cognitivo.

1.4. Justificativa

Como a população idosa e a prevalência de demência estão aumentando, é necessário ter uma melhor compreensão de fatores específicos que interferem na função cognitiva. Para Gamage et al.⁵ a demência não é uma consequência inevitável do envelhecimento e alguns fatores relacionados ao estilo de vida podem aumentar ou diminuir o risco. O cérebro possui capacidade de crescimento contínuo ao longo da vida, mediante formação de novos neurônios e sinapses e, a prática de exercício físico e, a consequente melhora no desempenho da aptidão física e funcional, parece influenciar positivamente na atividade cerebral, aumentando a distribuição e o fornecimento de suprimento sanguíneo (oxigênio e nutrientes), considerados fundamentais para a saúde dos tecidos cerebrais.

Para a população idosa, já está bem estabelecido o papel do exercício físico na prevenção e tratamento da sarcopenia e osteopenia (neuromusculares ou resistidos), na prevenção de quedas (exercícios neuromotores), na melhoria das atividades da vida diária (exercício de flexibilidade) e na prevenção dos riscos cardíacos (aeróbios). Considerando que a prescrição de exercícios físicos para a saúde tem focado em situações de enfermidades cada vez mais específicas^{25,39}, são poucas as tentativas de se estabelecer o tipo de exercício físico mais adequado para prevenção e tratamento de demências.

Neste sentido, compreender aspectos que envolvem a relação entre o desempenho de diferentes capacidades físicas e funcionais e tipos de modalidades de exercícios físicos sobre a função cognitiva de idosos, passa a ser relevante do ponto de vista da prescrição de exercícios físicos com foco na abordagem preventiva e terapêutica. Para tanto, essa tese foi desenvolvida em dois estudos, com dois delineamentos metodológicos distintos: um estudo transversal com objetivo de identificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional e prever o desempenho cognitivo de idosos fisicamente independentes e, uma revisão sistemática, objetivando demonstrar os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. Assim o conjunto desses estudos trazem informações importantes sobre o contexto abordado, contribuindo para informações existentes e/ou apresentando dados ainda não explorados.

1.5. Hipóteses

Mediante os pressupostos apresentados, este estudo se fundamenta em duas hipóteses:

1) dentre os indicadores da aptidão física e funcional, as capacidades neuromotoras, são os melhores para predizer o desempenho cognitivo de idosos fisicamente independentes (Estudo 1).

2) dentre as modalidades de exercícios físicos, os neuromotores promovem efeitos mais positivos na atividade cerebral (ativação e fluxo sanguíneo) de idosos fisicamente independentes (Estudo 2).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Estudar aspectos que envolvem a relação entre o desempenho da aptidão física e funcional com a função cognitiva e os efeitos de diferentes modalidades de exercícios físicos na atividade cerebral de idosos.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional, indicadores de capacidade aeróbia, neuromotora, neuromuscular e flexibilidade, em prever o desempenho cognitivo de idosos fisicamente independentes. (Estudo 1).
- Verificar, por meio de revisão sistemática, os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. (Estudo 2).

3. METODOLOGIA

Para a presente tese foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de artigos científicos. Nesse sentido, essa tese será apresentada em dois estudos, com distintos delineamentos metodológicos, visando compreender aspectos que envolvem a relação entre o desempenho da aptidão física e funcional e a função cognitiva e os efeitos de diferentes modalidades de exercícios na ativação cerebral de idosos fisicamente independentes.

O primeiro estudo trata-se de uma pesquisa com dados originais, de base populacional, com o objetivo de verificar a capacidade do desempenho em testes de aptidão física e funcional em prever o desempenho cognitivo de idosos fisicamente independentes. Os dados foram extraídos do Projeto *EELO* (Estudo sobre Longevidade e Envelhecimento) realizado na Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), oficialmente intitulado de “Estudo epidemiológico dos fatores sociodemográficos e indicadores das condições de saúde de idosos do município de Londrina-PR”.

O segundo estudo foi realizado mediante revisão sistemática com o objetivo compreender o “estado da arte” a respeito dos efeitos de diferentes modalidades de exercícios na atividade cerebral, utilizando-se equipamentos com tecnologia avançada. Para tanto, bases de buscas permitiram selecionar Ensaios Clínicos Randomizados com intervenções que investigaram o efeito de diferentes práticas de exercícios na ativação cerebral de idosos fisicamente independentes.

Considerando as distintas abordagens científicas adotadas (estudo de base populacional transversal e de revisão sistemática) para responder aos objetivos propostos, os procedimentos metodológicos de cada estudo serão descritos separadamente.

3.1. Delineamento do Estudo 1: A aptidão física e funcional como preditora do desempenho cognitivo em idosos fisicamente independentes

3.1.1. População e amostra

O desenho experimental do estudo é exibido na Figura 1. A população do estudo compreendeu em idosos, acima de 60 anos, residentes na zona urbana do município de Londrina-PR, que em 2009, foi estimada em aproximadamente 43.610 mil. A amostra calculada para compor o estudo foi de 414 indivíduos, (com erro amostral de 5%) e, considerando perdas amostrais, acrescentou-se 20%, o que totalizou 518 participantes.

Os idosos foram recrutados dos cadastros de 38 Unidades Básicas de Saúde da zona urbana do município. A amostragem foi definida de forma aleatória estratificada, levando-se em consideração a estimativa da quantidade de idosos por região do município, sendo: 15% da região central, 27% da região norte, 23% da região sul, 19% da região leste e 16% da região oeste⁴⁰.

Os critérios de inclusão foram: 1) ter idade igual ou superior a 60 anos, 2) ser fisicamente independente, 3) apresentar estado cognitivo normal, considerando a escolaridade (>17 pontos conforme o questionário do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), proposto por Bertolucci et al.⁴¹ e, 4) ter participado de todas as coletas de dados e residir no município de Londrina-PR. Foram excluídos do estudo idosos que apresentassem alguma disfunção severa do sistema musculoesquelético, respiratório e neurológico ou que tivessem realizado algum tipo de cirurgia no aparelho locomotor como por exemplo amputação ou prótese.

Após conferência dos dados, 91 idosos foram excluídos das análises pelo fato de não terem dados completos de algum procedimento de coleta, em especial, sobre o MEEM. Ao final, a análise do estudo compreendeu a participação de 427 idosos, 295 mulheres e 132 homens (69,3 ± 6,3 e 70,9 ± 6,4 anos, respectivamente).

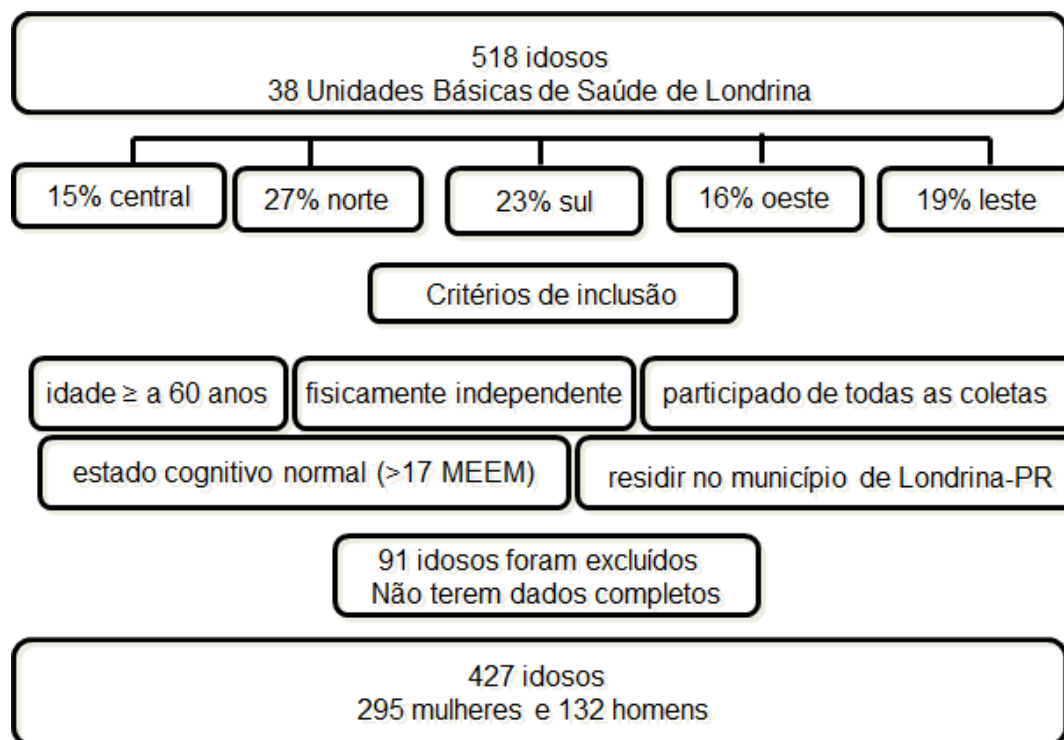


Figura 1. Desenho experimental do estudo

3.1.2. Procedimentos e coleta de dados

A coleta dos dados ocorreu entre setembro de 2009 a dezembro de 2010, na Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Todos os avaliadores envolvidos na coleta de dados receberam instruções e realizaram testes piloto com a finalidade de padronizar os procedimentos de medidas. As variáveis para esse estudo foram avaliadas em um único dia, no período vespertino, em local adequado para os procedimentos. Para os testes físicos, os idosos foram instruídos a utilizar vestimentas apropriadas para a realização das avaliações e a trazer óculos, caso necessário. Todos os participantes foram instruídos a alcançar o melhor desempenho nos testes funcionais. A ordem das avaliações foi: entrevista e aplicação dos questionários, medidas de massa corporal, estatura e testes de aptidão física e funcional. Antes da coleta de dados, os participantes receberam todas as informações sobre os objetivos e procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A). O projeto EELO foi aprovado pelo comitê de Ética da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) sob protocolo nº0070/09 (Apêndice B).

As características dos participantes foram verificadas mediante questionário estruturado especialmente para o estudo contendo informações como idade, sexo,

escolaridade, estado civil e profissão. A avaliação do nível socioeconômico foi realizada utilizando-se o Critério de Classificação Econômica do Brasil, proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP)⁴².

3.1.2.1. Identificação e avaliação do desempenho cognitivo

A identificação dos participantes foi realizada mediante questionário desenvolvido especialmente para o estudo contendo informações como idade, sexo, escolaridade, estado civil e profissão (Anexo A). O desempenho cognitivo (DC) foi estimado por meio do MEEM. O instrumento é composto por questões que foram agrupadas em sete categorias: 1) orientação temporal (5 pontos), 2) orientação espacial (5 pontos); 3) memória imediata (3 pontos); 4) atenção e cálculo (5 pontos); 5) recordação (evocação) de palavras (3 pontos); 6) linguagem e 7) capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore total do MEEM (somatório das sete categorias) varia de 0 a 30 pontos e permite classificar o avaliado em diferentes níveis de desempenho cognitivo²⁴. No Quadro 1 são apresentadas as classificações bem como o número de idosos por grupo.

Quadro 1. Classificação do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), avaliação do desempenho cognitivo e número de idosos por grupo.

Desempenho cognitivo*	Avaliação sugerida	Idosos por grupo (n)
<20	Prejuízo moderado nas funções cognitivas	64
20-23	Sugestivo de déficit cognitivo	134
24-26	Alterações não sugestivas de déficit cognitivo	123
>26-30	Funções cognitivas preservadas	106

Nota: *Somatório das sete categorias: orientação temporal e espacial (10 pontos), memória imediata (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação (evocação) de palavras (3 pontos), linguagem e capacidade construtiva visual (9 pontos) ($\sum 5+5+3+5+3+1+9=30$). Mungas⁴³; Folstein, Folstein, McHugh²⁴.

3.1.2.2. Avaliação antropométrica

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital da marca Filizola[®], modelo ID 110, com precisão de 0,1 kg. A estatura foi determinada por um estadiômetro com precisão de 0,1 cm. Todas as medidas foram realizadas

em conformidade com as diretrizes contidas na *Anthropometric Standardization Reference Manual*⁴⁴. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pela relação entre peso corporal (kg) e altura em metro ao quadrado (m²).

3.1.2.3. Avaliação da aptidão física e funcional

Os participantes foram submetidos a uma avaliação da aptidão física e funcional composta pelos testes: sentar e levantar da cadeira, preensão manual, agilidade, equilíbrio, sentar e alcançar e caminhada de 6 minutos. Importante destacar que o desempenho dos testes de aptidão física e funcional foi considerado como indicador do tipo de capacidades físicas e motoras (aeróbia, neuromotora, neuromuscular e flexibilidade). Neste sentido, para a capacidade de força foram considerados os desempenhos nos testes de sentar e levantar da cadeira e preensão manual, para as capacidades neuromotoras, consideraram-se os desempenhos nos testes de equilíbrio e agilidade, para a capacidade de flexibilidade foi adotado o teste de sentar e alcançar e, por fim, para a capacidade aeróbica, foi adotado o desempenho no teste de caminhada de seis minutos (TC6).

Teste de sentar e levantar da cadeira (força dos membros inferiores): Para a realização do teste, o avaliado foi orientado a levantar e sentar de uma cadeira o mais rápido possível durante 30 segundos, com as mãos cruzadas sobre o tórax. A pontuação foi obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30 segundos⁴⁵.

Teste de preensão manual (força de membros superiores): A força de preensão manual foi avaliada mediante o dinamômetro digital Takei (TKK 5401 Grip-D, Takey[®], Smedley; Tokyo, Japan). O teste foi realizado na posição ortostática, com o braço estendido e o aparelho posicionado na linha do antebraço. O avaliado pressionou a alça do dinamômetro o mais forte possível. Foram realizadas três tentativas no membro direito e esquerdo, alternadamente. O melhor desempenho em cada mão foi considerado para análise. Para análise, foi adotado como desempenho de força de membros superiores, a média da força de preensão da mão direita e esquerda (M-FDE)⁴⁶

Teste de agilidade e equilíbrio dinâmico (agilidade corporal): O teste consistiu em um circuito demarcado por dois cones equidistantes 1,80 metros para os lados e 1,50 metros para trás de uma cadeira com apoio de braços. A partir da posição sentada na cadeira, o idoso, ao sinal do avaliador, levantou-se, moveu-se o mais

rápido possível para a direita, circundou o cone, retornou à cadeira, sentou-se e repetiu o mesmo movimento para a esquerda. O fim do teste ocorre quando o idoso realizou este circuito por duas vezes, sentou-se na cadeira e levantou os pés do solo. Foram oferecidas duas tentativas e o resultado final foi o menor tempo de execução⁴⁷.

Teste de equilíbrio estático com apoio unipodal (equilíbrio estático): Para a realização do teste, o avaliado foi orientado a manter as mãos na cintura, fixar o olhar a frente e ficar em pé com apenas um apoio. O objetivo do teste foi o idoso permanecer nessa posição o maior tempo possível ou, até atingir 30 segundos. O resultado final foi a média de três tentativas⁴⁸.

Teste de sentar e alcançar (flexibilidade): Para a realização o idoso sentou-se no chão com as pernas estendidas, seguindo a linha do quadril, encostando a sola dos pés no banco de madeira (Banco de Wells). Com os braços estendidos e as mãos sobrepostas, flexionou o tronco lentamente para frente, deslizando as mãos sobre o banco até alcançar o ponto mais distante sem flexionar os joelhos. Na execução do teste, o idoso foi orientado a fazer uma expiração e sustentar a posição de máxima flexão, por pelo menos dois segundos. O resultado final foi a melhor medida obtida em centímetros, após a realização de três tentativas⁴⁹.

Teste de caminhada de 6 minutos (resistência cardiovascular): Foi realizado de acordo com as normas da *American Thoracic Society*⁵⁰. Em uma superfície plana e firme foi posicionado dois cones equidistantes 30 metros, com demarcações a cada dois metros. O participante foi orientado a percorrer a máxima distância (idas e voltas) em um período de seis minutos. Frases de incentivo padronizadas e informações sobre o tempo restante do teste foram repassadas aos participantes a cada minuto. Foram oferecidas duas tentativas com intervalos de trinta minutos. A maior distância percorrida em metros foi utilizada como resultado final.

3.1.3. Análise estatística

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados que apontou distribuição assimétrica para todas as variáveis. Neste sentido, os dados foram descritos em forma de mediana e variância interquartil. Para fins de análise o desempenho cognitivo (DC) foi considerado o escore total do MEEM (somatório das cinco categorias, escore de 0 a 30 pontos) e classificados em grupos como: DC <20; 20-23; 24-26; >26. A comparação entre os grupos de DC com os

valores das medidas antropométricas e com o desempenho nos testes funcionais foi realizada a partir do teste *U de Mann-Whitney*. Para determinar o grau de relacionamento entre os grupos de DC, antropometria e desempenho funcional, foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ). Curvas ROC (receiver operator characteristic curve) foram empregadas para detectar a possibilidade de o desempenho funcional discriminar (sensibilidade e especificidade) os grupos de DC. As análises foram realizadas pelo SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 25.0 (IBM, Chicago, EUA) adotando $p < 0,05$ como nível de significância.

3.2. Delineamento do Estudo 2: Efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos: uma revisão sistemática

3.2.1. Estratégia de pesquisa

O presente estudo compreendeu uma revisão sistemática da literatura e seguiu os procedimentos recomendados pela *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) para esse tipo de estudo⁵¹. Foram conduzidas buscas sistemáticas conforme a estratégia PICO que representa um acrônimo para Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho) (Quadro 2).

Quadro 2. Estratégia PICO para busca bibliográfica

P População	I Exposição/Intervenção	C Comparadores	O Resultados (Outcomes)
“Old*” OR “Elder*”	gait OR walk OR walking OR strength training OR resistance training OR continuous training OR high-intensity interval training OR cardiovascular training OR aerobic training OR balance training OR flexibility training OR stretching training OR dancing OR cardiovascular training OR coordination training OR high-intensity interval training		cerebral oxygenation OR prefrontal oxygenation OR cortical oxygenated hemoglobin OR cortical activity OR brain activity OR neural activity OR neural activation OR brain activation OR prefrontal cortex oxygenation OR cerebral blood flow

Foram pesquisadas as seguintes bases: *Pubmed*, *Web of Science (WoS)* e *Cochrane Library (CL)*. Os termos de busca utilizados na base *Web of Science*, com os seus respectivos operadores booleanos são apresentados no Quadro 3. Inicialmente a busca foi realizada em 10 de outubro de 2018 e atualizada em 14 de dezembro.

Quadro 3. Estratégia de busca utilizada para localização dos estudos no *Web of Science*

Campo	Localizados	Termos de pesquisa
1	429.591	TÍTULO: ("old*" OR "elder*")
2	114.616	TÍTULO: (gait OR walk OR walking OR strength training OR resistance training OR continuous training OR high-intensity interval training OR cardiovascular training OR aerobic training OR balance training OR flexibility training OR stretching training OR dancing OR cardiovascular training OR coordination training OR high-intensity interval training)
3	49.665	TÍTULO: (cerebral oxygenation OR prefrontal oxygenation OR cortical oxygenated hemoglobin OR cortical activity OR brain activity OR neural activity OR neural activation OR brain activation OR prefrontal cortex oxygenation OR cerebral blood flow)
4	113	3 AND 2 AND 1

Fonte: Os autores

3.2.2. Seleção dos estudos

Após a realização das buscas nas bases de dados, as informações dos artigos foram importadas para o Excel (Microsoft Office, 2013) e as duplicatas foram manualmente removidas (SA). O software on-line da Covidence (Cochrane, Melbourne, Austrália) foi usado para seleção dos estudos. Dois avaliadores independentes (SA e MR) realizaram a seleção inicial a partir da leitura do título e resumo, marcando os resultados como "incluídos", "excluídos" ou "incertos" baseadas nos seguintes critérios de elegibilidade: (1) houve comparação do efeito de diferentes modalidades (tipo/modo) de exercícios na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de indivíduos idosos saudáveis. Os grupos de intervenção nos estudos selecionados deveriam ter sido submetidos a dois ou mais tipos de

exercícios físicos de forma independente, caracterizados como aeróbios, neuromusculares (resistidos), neuromotores (equilíbrio, coordenação, agilidade) e/ou de flexibilidade²⁵; (2) Foram investigadas alterações cerebrais pré/pós e/ou durante as diferentes modalidades de exercícios e; (3) fizeram uso de equipamentos como, fNIRS (Functional Near-Infrared Spectroscopy), EEG (Eletroencefalografia), fMRI (Imagem por ressonância magnética funcional) ou PET (Positron emission tomography) para identificar desfechos primários associados aos exercícios na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de indivíduos idosos saudáveis.

Em seguida, os textos completos dos trabalhos “incluídos” ou “incertos” foram lidos pelos mesmos revisores analisando-se mais uma vez cada critério de elegibilidade. Conflitos foram resolvidos através de um consenso e discussão com um terceiro revisor (DT). Além destes critérios, apenas artigos em inglês foram considerados para revisão e quaisquer estudos de caso, revisões, capítulos de livros, comentários, artigos de discussão, editoriais ou estudos para os quais o texto completo não estava disponível foram excluídos.

3.2.3. Extração dos dados

Somente os estudos incluídos foram submetidos à extração de dados. As informações foram extraídas para uma planilha de Excel (Microsoft Office, 2013) e englobaram: nome do primeiro autor e ano de publicação, participantes (número total, sexo e faixa etária), descrição do tipo exercício e grupos (número participantes), intervenção, instrumento utilizado para avaliar alterações cerebrais e resultados principais.

3.2.4. Análise estatística

Foram realizadas extração e análise de dados, que refletissem sobre o efeito de diferentes modalidades de exercício físico na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de indivíduos idosos saudáveis.

4. RESULTADOS – ARTIGOS

4.1. Artigo 1:

A aptidão física e funcional como preditora do desempenho cognitivo em idosos fisicamente independentes

Resumo

Objetivo: Identificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional em prever o desempenho cognitivo de indivíduos idosos fisicamente independentes. **Metodologia:** Participaram do estudo 427 idosos (295 mulheres e 132 homens acima de 60 anos) fisicamente independentes residentes na comunidade, recrutados de 38 Unidades Básicas de Saúde da zona urbana de Londrina-PR. O desempenho da aptidão física e funcional (AF) foi determinada pelos resultados dos testes de sentar-e-alcançar, preensão manual, sentar e levantar da cadeira, equilíbrio, agilidade e caminhada de 6 minutos. O desempenho cognitivo (DC) foi obtido mediante agrupamento dos scores do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) em <20; 20-23; 24-26; >26-30 pontos. **Resultados:** Os idosos com DC1 (<20) são mais velhos do que idosos com DC3 (24-26) e DC4 (>26-30) e possuem menor escolaridade e nível socioeconômico (NSE). Correlações significativas fracas e moderadas foram demonstradas entre o DC, a escolaridade, o NSE e o desempenho da aptidão funcional, exceto para o teste de flexibilidade. Os idosos com DC1 (<20), demonstraram menor AF comparados aos outros grupos (20-23; 24-26; >26-30). A área sob a curva (AUC) para o desempenho no teste de equilíbrio apresentou melhor sensibilidade e especificidade para discriminar o grupo DC4 (>26-30) com ponto de corte de 17,9 seg, enquanto a agilidade foi melhor em discriminar o grupo DC1 (<20) com ponto de corte de 27,6 seg. **Conclusão:** Idosos com piores DC são mais velhos, possuem menor escolaridade, menor NSE e possuem pior aptidão física e funcional. O desempenho nos testes de equilíbrio e agilidade, indicadores das capacidades neuromotoras) sinalizaram a possibilidade de discriminar idosos com baixo (<20) e alto (>26-30) DC, respectivamente. Considerando a abordagem transversal do presente estudo, a identificação de um padrão no desempenho da aptidão física e funcional, capaz de indicar melhores ou piores DC, deve ser analisado com cautela. Apesar disso, esse estudo poderá trazer importantes contribuições para subsidiar a orientação e prescrição de exercícios para a prevenção de declínios cognitivos e para o direcionamento de pesquisas futuras, sobretudo estudos controlados.

Palavras chave: Envelhecimento; Estado mental; Cognição; Desempenho funcional; Terceira Idade

Physical and functional fitness as a predictor of cognitive performance in physically independent elderly

Abstract

Objective: To identify the ability of physical and functional fitness tests to predict the cognitive performance of physically independent elderly individuals. **Methodology:** 427 elderly (295 women and 132 men over 60 years old) physically independent residents of the community, recruited from 38 Basic Health Units of the urban area of Londrina-PR, participated in the study. The performance of physical and functional fitness (AF) was determined by the results of sit-and-reach tests, manual grip, sit and stand up, balance, agility and 6-minute walk. The cognitive performance (CD) was obtained by grouping the scores of the Mini-Exam of the Mental State (MMSE) in <20; 20-23; 24-26; >26-30 points. **Results:** The elderly with DC1 (<20) are older than the elderly with DC3 (24-26) and DC4 (>26-30) and have lower educational level and socioeconomic level (SES). Significant weak and moderate correlations were demonstrated between CD, schooling, NSE and functional fitness performance, except for the flexibility test. The elderly with DC1 (<20), showed lower AF compared to the other groups (20-23; 24-26; > 26-30). The area under the curve (AUC) for performance in the equilibrium test showed better sensitivity and specificity to discriminate the DC4 group (> 26) with cutoff point of 17.9 sec, while agility was better at discriminating the DC1 group (<20) with a cut-off point of 27.6 sec. **Conclusion:** Older people with worse DC are older, have lower schooling, lower SES and have worse physical and functional fitness. The performance in the balance and agility tests, indicators of neuromotor abilities) signaled the possibility of discriminating elderly with low (<20) and high (>26-30) DC, respectively. Considering the transversal approach of the present study, the identification of a pattern in the performance of physical and functional aptitude, capable of indicating better or worse DC, should be analyzed with caution. Nevertheless, this study may bring important contributions to subsidize the orientation and prescription of exercises for the prevention of cognitive decline and for directing future research, especially controlled studies.

Keywords: Aging; Mental state; Cognition; Functional performance; Third Age

4.1.1. Introdução

O processo de envelhecimento provoca alterações fisiológicas como a diminuição da aptidão física e funcional e da função cognitiva^{1,2}, que por sua vez levam a redução na capacidade funcional, que é definida como a capacidade de realizar as atividades da vida diária de forma independente³. Essa condição aumenta o risco de quedas e acidentes⁴, agravos à saúde e maior vulnerabilidade à perda da independência física⁵.

Devido ao impacto que os desempenhos físico, funcional e cognitivo exercem na saúde e autonomia da população idosa, estudos que possibilitam uma melhor compreensão entre essas variáveis têm ganhado notoriedade^{6, 7}. Os resultados têm sugerido que melhores desempenhos em indicadores da aptidão física e funcional, como as capacidades de força muscular, resistência aeróbia, flexibilidade, agilidade, equilíbrio e coordenação motora, podem estar associados ao funcionamento cognitivo por meio de adaptações fisiológicas específicas, que agem na preservação e/ou na redução da velocidade dos declínios motores e cognitivos⁶⁻⁹. Nesse sentido, estudos que avaliaram os efeitos de modalidades de exercício físico, como a caminhada, dança, coordenação e equilíbrio, que visam preservar e/ou melhorar os indicadores da aptidão física e funcional, também indicaram resultados positivos em relação ao desempenho cognitivo e à plasticidade cerebral funcional e estrutural em idosos^{10,11}.

Considerando as modalidades de prática de exercícios físicos e seus efeitos sobre o desempenho cognitivo em idosos, as intervenções voltadas aos exercícios cardiorrespiratórios têm sido as mais estudadas. Esses estudos apresentam evidências a respeito dos efeitos positivos da aptidão aeróbia sobre parâmetros da função cognitiva^{6,7}. Embora ainda em número reduzido, há relatos que sugerem que outros tipos de exercícios, que conseqüentemente melhoram o desempenho em outras capacidades físicas e motoras, também possuem potencial para induzir plasticidade cerebral e aumentar o desempenho cognitivo¹². Neste sentido, conhecer aspectos que envolvem o desempenho de indicadores da aptidão física e funcional com o desempenho cognitivo em idosos fisicamente independentes, que podem evoluir para demência, é de extrema relevância, tanto para a prática clínica como para ampliar o corpo de conhecimento na área ou responder questões que ainda não foram elucidadas.

É importante ressaltar que existem evidências consistentes para a orientação e prescrição de exercícios físicos para diversas enfermidades crônicas^{13,14}, mas o corpo de informações referentes às essas orientações para a prevenção de declínios cognitivos ainda é escasso. Embora este estudo não aborde especificamente a prática de exercícios físicos e seus efeitos sobre a cognição de idosos, os indicadores da aptidão física e funcional, que podem ser desenvolvidos nessas intervenções, relacionados ao desempenho cognitivo podem contribuir com informações prévias que possam subsidiar os profissionais na tomada de decisões a respeito das possíveis modalidades de exercícios que possam ser indicadas com a finalidade de prevenir e/ou preservar o declínio cognitivo.

Com base nas considerações apresentadas, esta pesquisa tem como objetivo identificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional em prever o desempenho cognitivo de indivíduos idosos fisicamente independentes. O objetivo foi pautado nas hipóteses de que o melhor desempenho em testes de aptidão física e funcional estão associados ao melhor desempenho cognitivo e que os testes com indicadores de capacidades neuromotoras (agilidade e equilíbrio) possuem maiores sensibilidades/especificidades para discriminar o desempenho cognitivo de idosos fisicamente independentes.

4.1.2. Metodologia

4.1.2.1. Participantes

Quatrocentos e vinte e sete idosos (295 mulheres e 132 homens acima de 60 anos) residentes no município de Londrina-PR, foram recrutados dos cadastros de 38 Unidades Básicas de Saúde da zona urbana do município. Os critérios de inclusão foram: 1) ter idade igual ou superior a 60 anos, 2) ser fisicamente independente, 3) apresentar estado cognitivo normal, considerando a escolaridade (>17 pontos conforme o questionário do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), proposto por Bertolucci et al.¹⁵ e 4) ter participado de todas as coletas de dados e residir no município de Londrina-PR. Foram excluídos do estudo idosos que apresentassem alguma disfunção severa do sistema musculoesquelético, respiratório e neurológico ou que tivessem realizado algum tipo de cirurgia no aparelho locomotor como por exemplo amputação ou prótese.

Antes da coleta de dados, os participantes receberam todas as informações sobre os objetivos e procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo comitê de Ética da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) sob o parecer nº0070/09.

4.1.2.2. Procedimentos e coleta de dados

As características dos participantes foram verificadas mediante questionário estruturado especialmente para o estudo contendo informações como idade, sexo, escolaridade (anos de estudo), estado civil e profissão. O desempenho cognitivo foi estimado por meio do MEEM- Mini-Exame do Estado Mental. O instrumento é composto por questões que foram agrupadas em sete categorias: C1) orientação temporal (5 pontos) C2) orientação espacial (5 pontos); C3) memória imediata (3 pontos); C4) atenção e cálculo (5 pontos); C5) recordação (evocação) de palavras (3 pontos); C6) linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore total do MEEM pode variar de 0 a 30 pontos (somatório das sete categorias), a sua interpretação deve considerar o nível de escolaridade do idoso e ainda permite classificar o avaliado em diferentes níveis ou pontos de corte, identificados como desempenho cognitivo (DC) em: >20; 20-23; 24-26; >26-30)^{16,17}. A avaliação do nível socioeconômico foi realizada por meio de um questionário, utilizando-se o Critério de Classificação Econômica do Brasil, proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP)¹⁸ que avalia o poder de compra de grupos de consumidores.

4.1.2.3. Avaliação antropométrica

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital da marca Filizola[®], modelo ID 110, com precisão de 0,1 kg. A estatura foi determinada por um estadiômetro com precisão de 0,1 cm. Todas as medidas foram realizadas em conformidade com as diretrizes contidas na *Anthropometric Standardization Reference Manual*¹⁹. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pela relação entre peso corporal (kg) e altura ao quadrado (m²)

4.1.2.4. Avaliação da aptidão física e funcional

Os participantes foram submetidos a uma avaliação da aptidão física e funcional composta pelos testes: sentar e levantar da cadeira, preensão manual, agilidade, equilíbrio, sentar e alcançar e caminhada de 6 minutos. Importante destacar que o desempenho dos testes de aptidão física e funcional foi considerado como indicador do tipo de capacidades físicas e motoras (aeróbia, neuromotora, neuromuscular e flexibilidade). Neste sentido, para a capacidade de força foram considerados os desempenhos nos testes de sentar e levantar da cadeira e preensão manual, para as capacidades neuromotoras, consideraram-se os desempenhos nos testes de equilíbrio e agilidade, para a capacidade de flexibilidade foi adotado o teste de sentar e alcançar e, por fim, para a capacidade aeróbica, foi adotado o desempenho no teste de caminhada de seis minutos (TC6).

Para a realização do teste de sentar e levantar da cadeira (força dos membros inferiores) o avaliado foi orientado a levantar e sentar de uma cadeira o mais rápido possível durante 30 segundos, com as mãos cruzadas sobre o tórax. A pontuação foi obtida pelo número total de execuções corretas (repetições) num intervalo de 30 segundos²⁰.

O teste de preensão manual (força de membros superiores), foi realizado com um dinamômetro digital Takei (TKK 5401 Grip-D, Takey[®], Smedley; Tokyo, Japan) com o idoso na posição ortostática, com o braço estendido e o aparelho posicionado na linha do antebraço. O avaliado foi orientado a pressionar a alça do dinamômetro o mais forte possível. Foram oferecidas três tentativas no membro direito e esquerdo alternadamente e o melhor desempenho (kg) em cada mão foi considerado para análise²¹.

O teste de agilidade consistiu em um circuito demarcado por dois cones equidistantes 1,80 metros para os lados e 1,50 metros para trás de uma cadeira com

apoio de braços. O idoso, posição na sentada na cadeira, foi orientado que, a partir de um sinal, deveria mover-se o mais rápido possível para a direita, circundar o cone e retornar à cadeira. Sem descanso, deveria repetir o movimento para a esquerda, retornar, sentar na cadeira e elevar as pernas. Antes do teste, cada participante realizou uma tentativa de familiarização. Foram oferecidas duas tentativas e o resultado final foi o menor tempo de execução em segundos²².

Para a realização do teste de equilíbrio estático, o avaliado foi orientado a manter as mãos na cintura, fixar o olhar à frente e ficar em pé com apenas um apoio. O objetivo do teste foi o idoso permanecer nessa posição o maior tempo possível ou até atingir 30 segundos. O resultado final foi a média de três tentativas registrada em segundos²³.

O teste de sentar e alcançar (flexibilidade) foi realizado com o uso de um banco de madeira (Banco de Wells). O idoso sentou-se no chão, estendeu as pernas, apoiou a sola dos pés no banco. Foi orientado a estender as mãos uma sobre a outra, flexionar o tronco lentamente para frente, deslizar as mãos sobre o banco até alcançar o ponto mais distante sem flexionar os joelhos. Na execução do teste, o idoso foi estimulado a realizar uma expiração lenta e a sustentar a posição alcançada por dois segundos. O resultado final foi a melhor medida obtida em centímetros, após a realização de três tentativas²⁴.

Por fim, o teste de caminhada de 6 minutos (resistência cardiovascular) foi realizado de acordo com as normas da *American Thoracic Society*²⁵. Em uma superfície plana e firme foi posicionado dois cones equidistantes 30 metros, com demarcações a cada dois metros. O participante foi orientado a percorrer a máxima distância (idas e voltas) em um período de seis minutos. Frases de incentivo padronizadas e informações sobre o tempo restante do teste foram repassadas aos participantes a cada minuto. Foram oferecidas duas tentativas com intervalos de trinta minutos. A maior distância percorrida em metros foi utilizada como resultado final.

4.1.2.5. Análise estatística

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados que apontou distribuição assimétrica para todas as variáveis. Neste sentido, os dados foram descritos em forma de mediana e variância interquartil. Para fins de análise o desempenho cognitivo (DC) foi considerado o escore total do MEEM (somatório das sete categorias, escore de 0 a 30 pontos) e classificados em grupos como: DC <20; 20-23; 24-26; >26-30. A comparação entre os grupos de DC com os valores das medidas antropométricas e com o desempenho nos testes funcionais foi realizada a partir do teste *U de Mann-Whitney*. Para determinar o grau de relacionamento entre os grupos de DC, antropometria e desempenho funcional, foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ). Curvas ROC (*receiver operator characteristic curve*) foram empregadas para detectar a possibilidade de o desempenho funcional discriminar (sensibilidade e especificidade) os grupos de DC. As análises foram realizadas pelo SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 25.0 (IBM, Chicago, EUA) adotando $p < 0,05$ como nível de significância.

4.1.3. Resultados

Os resultados descritivos e comparativos referentes à idade, o IMC, a escolaridade e o nível socioeconômico, de acordo com a classificação do desempenho cognitivo (DC) (pontos de corte do MEEM), são apresentados na Tabela 1. Os idosos pertencentes aos grupos DC1 são significativamente mais velhos do que os idosos dos grupos DC3 e DC4 e os idosos do DC2 significativamente mais velhos do que o DC3. Em relação à escolaridade e nível socioeconômico os idosos com menor DC (DC1) possuem significativamente menor nível de escolaridade e NSE do que os outros três grupos enquanto que, inversamente, os idosos com maior DC (DC4) possuem maior escolaridade e NSA em relação aos grupos com DC menor.

Tabela 1. Idade, características antropométricas, escolaridade e nível socioeconômico dos participantes de acordo com a classificação do desempenho cognitivo determinado pelo MEEM.

Desempenho Cognitivo (DC)	Idade (anos)	IMC (kg/m²)	Escolaridade (anos)	NSE (pontos)
DC1	72,3	28,3	0	14
<20 (n=64)	[67,1-79,0]	[25,4-31,1]	[0-1]	[12-17]
DC2	70,0	27,3	2	16
20-23 (n=134)	[65,8-74,1]	[24,2-30,2]	[0-4]	[13-21]
DC3	67,2	27,7	4	18
24- 26 (n=123)	[64,0-71,7]	[25,0-31,7]	[2-5]	[15-22]
DC4	67,5	26,6	4	20
>26-30 (n=106)	[64,6-71,5]	[24,1-29,6]	[3-8]	[17-24]
P	<0,001	0,150	<0,001	<0,001
Sig	DC1 e DC2 > DC3; DC1 > DC4		DC1 e DC2 > DC3; DC1 > DC4	DC1 e DC2 > DC3; DC1 > DC4

Nota: MEEM: mini-exame do estado mental; DC: Desempenho cognitivo (soma das categorias de função cognitiva obtida pelo MEEM); n: número de idosos em cada grupo de desempenho cognitivo; IMC: índice de massa corporal; valores apresentados em forma de mediana e intervalo interquartil [P25-P75]; NSE: nível socioeconômico.

As correlações entre o desempenho cognitivo (DC) com o desempenho nos testes funcionais são exibidas na Tabela 2. Os resultados revelaram coeficientes de correlações de intensidade fraca, porém significativas, do DC com a força de preensão manual ($\rho=0,221$) e força dos membros inferiores ($\rho=0,219$) (capacidade de força muscular); com o equilíbrio ($\rho=0,286$) e a agilidade ($\rho=-0,285$) (capacidade neuromotora) e com a resistência cardiorrespiratória ($\rho=0,182$) (capacidade aeróbia), indicando uma tendência de que o melhor desempenho motor está associado ao melhor desempenho cognitivo e vice-versa. Não houve correlação significativa com o teste de sentar-e-alcançar (capacidade de flexibilidade). Correlações significativas, de intensidade moderada, foram observadas entre o DC com a escolaridade ($\rho=0,55$) e o nível socioeconômico ($\rho=0,35$) dos idosos,

indicando que maiores níveis de escolaridade e NSE estão associados a melhor desempenho cognitivo e vice-versa.

Tabela 2. Correlação entre o desempenho cognitivo, desempenho funcional, escolaridade e nível socioeconômico.

	FLEX	M-FDE	FMI	EQUI	AGI	TC6	ESC	NSE
DC	-0,08	0,22**	0,22**	0,29**	-0,29**	0,18**	0,55**	0,35**
FLEX	-	-0,08	0,12*	0,16**	0,20**	0,17**	0,023	0,03
M-FDE	-	-	0,17**	0,33**	-0,40**	0,47**	0,14**	0,25**
FMI	-	-	-	0,34**	-0,60**	0,52**	0,23**	0,22**
EQUI	-	-	-	-	-0,57**	0,42**	0,29**	0,22**
AGI	-	-	-	-	-	-0,73**	-0,28**	-0,30**
TC6							0,22**	0,21**
ESC								0,45**

Nota: DC: Desempenho cognitivo (soma das categorias de função cognitiva obtida pelo MEEM); FLEX: Flexibilidade; M-FDE: Força de prensão manual (média do desempenho da mão direita e esquerda); FMI: Força de membros inferiores; EQUI: equilíbrio; AGI: agilidade; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; ESC: escolaridade; NSE: nível socioeconômico. Coeficiente de correlação de Spearman (ρ); * $P > 0,05$; ** $P > 0,01$.

Apesar das relações existentes entre o DC e o desempenho nos testes de aptidão física e funcional, são apresentados também, os resultados comparativos dos desempenhos nos seis testes entre os grupos com diferentes DC (Figura 1). Os idosos com DC < 20 no MEEM (DC1) demonstraram possuir desempenho significativamente menor do que os outros grupos em cinco dos seis testes avaliados, obtendo pior desempenho em relação aos grupos DC2, DC3 e DC4, nos testes de Equilíbrio, Agilidade e de Caminhada em seis minutos (TC6) e em relação aos grupos DC3 e DC4 nas variáveis de força de membros inferiores e superiores. Nessas duas variáveis os grupos DC1 e DC2 tiveram desempenhos semelhantes. Acompanhando a ausência de correlações significativas entre a flexibilidade e o DC, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os quatro grupos estratificados por DC.

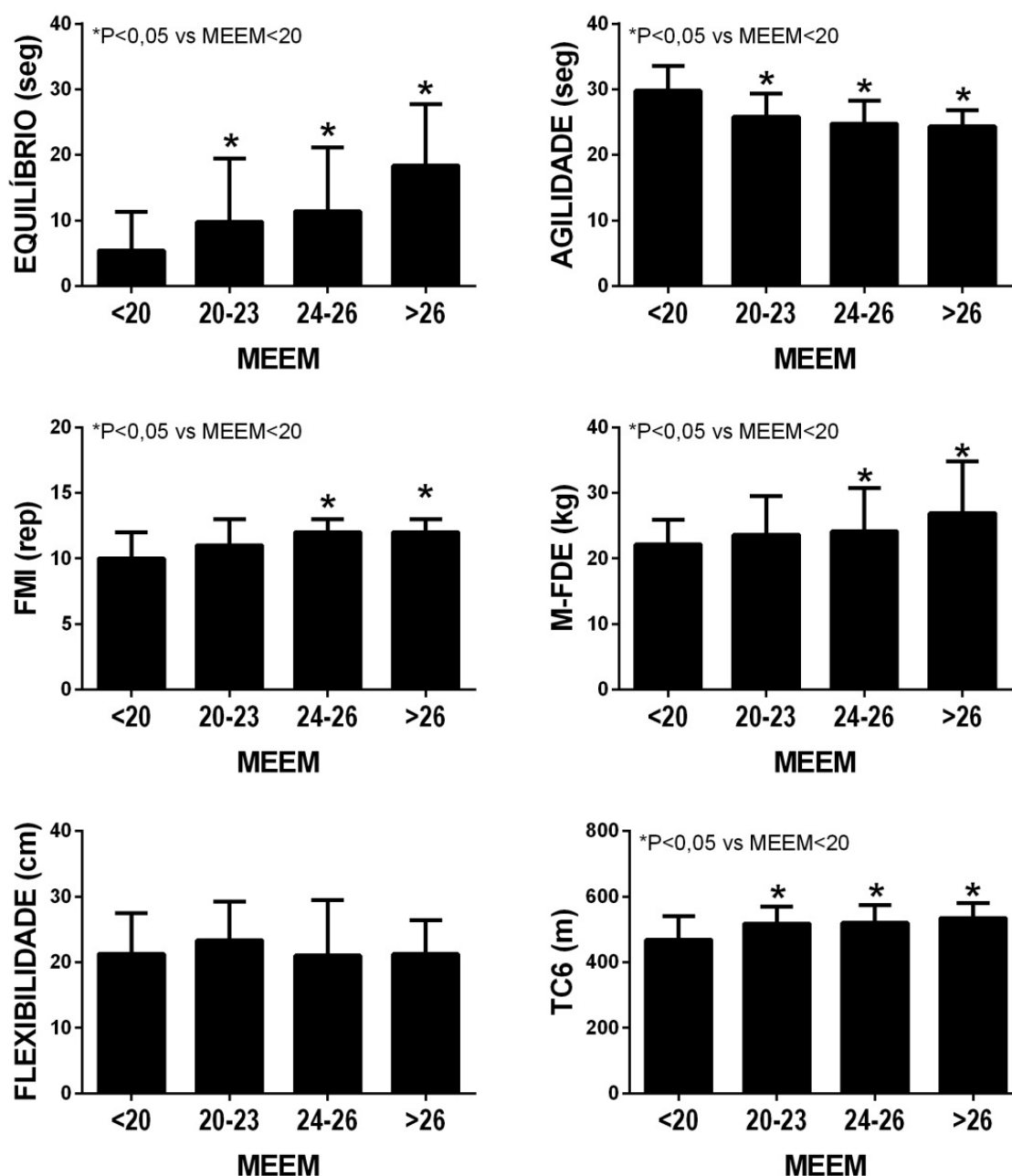


Figura 1. Comparação entre os grupos de desempenho cognitivo (<20; 20-23; 24-26; >26) com o desempenho funcional (flexibilidade, agilidade, equilíbrio, força preensão manual, força de membros inferiores, resistência aeróbia).

Nota: MEEM: mini-exame do estado mental; M-FDE: Força de preensão manual (média do desempenho da mão direita e esquerda); FMI: Força de membros inferiores; TC6: teste de caminhada de 6 minutos (resistência aeróbia).

Após as comparações entre o DC e os desempenhos em cada teste, uma série de Curvas Roc (receiver operator characteristic curve) foram realizadas para os pontos de corte <20; 20-23; 24-26; >26-30, com a finalidade de detectar se algum

dos testes poderia discriminar os grupos de DC com boa sensibilidade e especificidade. Houve poder de discriminação para os extremos do DC, ou seja, para os pontos de corte >26-30 e <20 para os escores do MEEM (Tabela 3). Exceto o teste de flexibilidade, todos os testes motores apresentaram área sob a curva estatisticamente significativa para os pontos de corte >26-30 e <20. Entre os testes funcionais, o equilíbrio e a agilidade, apresentaram maior área sob a curva (Tabela 3).

Tabela 3. Área sob a curva referente aos testes funcionais, escolaridade e nível socioeconômico de acordo com os pontos de corte do MEEM

Teste funcional	Ponto de corte MEEM >26			Ponto de corte MEEM <20		
	AUC	IC 95%	P	AUC	IC 95%	p
Flexibilidade	0,448	0,388-0,509	0,109	0,484	0,409-0,560	0,687
M-FDE	0,618	0,555-0,680	0,001	0,370	0,299-0,440	0,001
FMI	0,598	0,537-0,659	0,002	0,373	0,303-0,443	0,001
Equilíbrio	0,645	0,583-0,706	0,001	0,300	0,230-0,371	0,001
Agilidade	0,378	0,317-0,439	0,001	0,697	0,626-0,768	0,001
TC6	0,582	0,520-0,644	0,011	0,347	0,270-0,424	0,001

Nota: AUC: Área sob a curva; IC 95%: intervalo de confiança estabelecido com nível de confiança de 95%; MEEM: mini-exame do estado mental; M-FDE: Força de prensão manual (média do desempenho da mão direita e esquerda); FMI: Força de membros inferiores; TC6: teste de caminhada de 6 minutos (resistência aeróbia).

A Figura 2 ilustra a melhor área sob a curva (AUC), com respectivos pontos de corte, para discriminar os grupos de DC a partir do desempenho nos testes funcionais. Neste sentido, o equilíbrio apresentou melhor sensibilidade e especificidade para discriminar o grupo DC4 >26-30, com ponto de corte de 17,9 seg (Figura 2a) (AUC: 0,645; IC95%: 0,583-0,706; p=0,001) enquanto a agilidade demonstrou melhor sensibilidade e especificidade para discriminar o grupo DC1 <20 com corte de 27,6 seg (Figura 2b) (AUC: 0,697; IC95%: 0,626-0,768; p=0,001). Esses resultados sugerem que idosos com desempenhos no teste de equilíbrio acima dos 17,9 segundos possuem grandes chances de terem um alto DC, enquanto que idosos com desempenhos no teste de agilidade acima dos 27,6 segundos indicam que provavelmente possuam DC baixo.

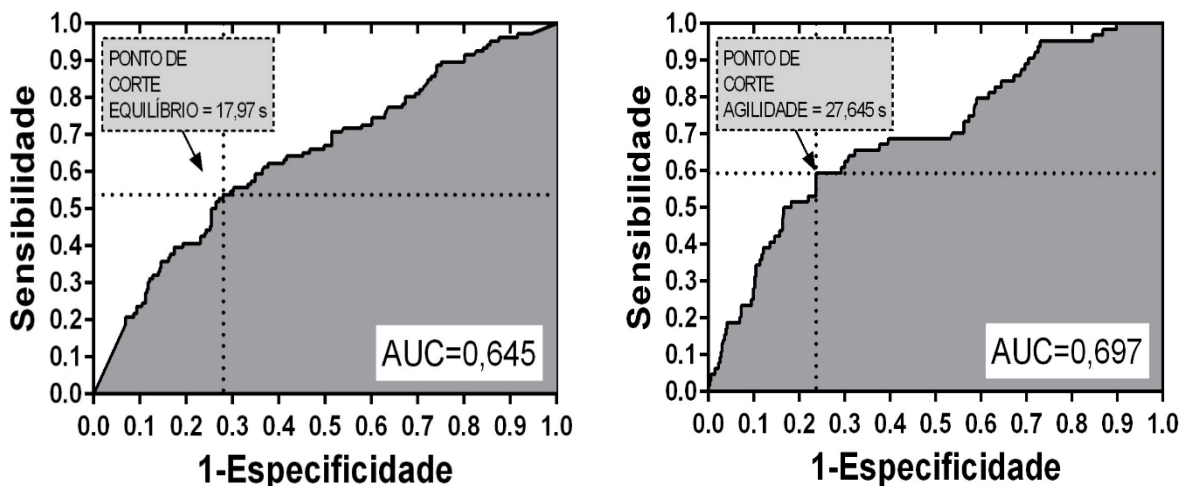


Figura 2. Área sob a curva com pontos de corte para discriminar os grupos de DC a partir do desempenho no teste de equilíbrio (DC4>26-30) e agilidade (DC1<20)

4.1.4. Discussão

O objetivo desta pesquisa foi verificar a capacidade de testes de aptidão física e funcional em prever o DC em idosos fisicamente independentes. Nossas hipóteses foram confirmadas com as análises realizadas. Os principais resultados evidenciaram associação, exceto para a flexibilidade, entre DC e desempenho nos testes indicadores de aptidão aeróbia (TC6), força muscular (M-FDE e FMI), equilíbrio e agilidade. Contudo, o resultado nos testes funcionais, indicadores de capacidades neuromotoras (equilíbrio e agilidade), foram os únicos capazes de discriminar idosos com baixo (<20) e alto (>26-30) desempenho cognitivo, com pontos de corte no desempenho de 17,9 e 27,6 seg, respectivamente.

No presente estudo, os idosos com menor DC demonstraram significativamente maior idade do que idosos com maior DC. Este achado corrobora evidências que sugerem que o avanço da idade está associado à redução das funções cognitivas²⁶. Woo et al.²⁷ compararam um grupo de idosos (>85 anos) com outro mais jovem (65-74 anos) e verificaram que os mais velhos apresentavam maior risco de comprometimento cognitivo e de quedas.

Os resultados demonstraram que os idosos com DC menor do que 20 pontos no MEEM apresentaram menor escolaridade e NSE em relação a todos os outros grupos. Tanto a escolaridade quanto o engajamento nas atividades de lazer foram significativamente relacionados ao maior escore total do MEEM²⁸. Outro estudo mostrou que idosos de uma comunidade de baixo nível socioeconômico foram

associados com uma pior função cognitiva (MEEM) e comprometimento cognitivo (26,2%), comparados aos idosos com alto nível socioeconômico (16,1%)²⁹.

Exceto para flexibilidade, foram verificadas correlações (r) significativas, porém, variando de fraca ($\rho=0,182$) a moderada ($\rho=0,286$), entre o DC e o desempenho nos testes indicadores de capacidade neuromuscular (força de preensão manual, $\rho=0,221$; força dos membros inferiores, $\rho=0,219$), neuromotora (equilíbrio, $\rho=0,286$; agilidade, $\rho=-0,285$) e aeróbia (teste de 6 min, $\rho=0,182$). Outros estudos também encontraram correlações positivas, de intensidade baixa a moderada, entre aptidão funcional e desempenho cognitivo ($r=0,20$; escores mais altos do MEEM),²⁸ e, entre o desempenho no teste de alcance funcional ($r=0,367$; indicador de equilíbrio) com o teste de comprometimento cognitivo de 6 itens do Stroop Task³⁰ em idosos. Embora as correlações encontradas no presente estudo sejam baixas, são significantes e foram confirmadas em outras investigações.

Portanto, considerando a quantidade de fatores de risco associados ao desempenho cognitivo, essas capacidades podem ser consideradas clinicamente importantes no contexto de prevenção e tratamento de declínios cognitivos. Diante disso, o estabelecimento de um modelo de regressão para explicar o desempenho cognitivo, por meio do desempenho funcional no presente estudo, seria capaz de explicar muito pouco a variância nos escores do MEEM (11% com EPE de 3,9 pontos; dados não apresentados). Um modelo de regressão permitiu explicar 44% da variância no desempenho do Stroop Task, que incluiu as variáveis idade, equilíbrio dinâmico, força de preensão do braço direito e pontuação no teste de comprometimento cognitivo de seis itens³⁰.

Os nossos dados mostraram que idosos classificados com pontuações abaixo de 20 no MEEM demonstraram significativamente, menor desempenho, exceto para flexibilidade, nos testes de força de preensão manual, sentar e levantar da cadeira, equilíbrio, agilidade e caminhada de 6 min em comparação com idosos melhores classificados (>23 pontos). Houve diferença também entre o grupo de idosos com menor pontuação (<20) com os classificados entre 20-23 pontos, somente para o desempenho nos testes de equilíbrio, agilidade e caminhada de 6 min. Interessante destacar que, somente o desempenho nos testes de equilíbrio, agilidade e caminhada de 6 min, foi significativamente menor nos idosos com escores <20 pontos, em comparação a todos os outros pontos de corte (20-23; 23-26; >26-30).

Ou seja, idosos deste estudo, com prejuízo moderado nas funções cognitivas ($DC < 20$), possuem menor desempenho em capacidades de caráter neuromotora e aeróbia. Esses achados podem ser explicados pelo fato desses três testes (equilíbrio, agilidade e TC6) serem mais desafiadores sob o aspecto motor do que os outros testes (preensão manual, sentar e levantar, flexibilidade). Essa condição pode fazer com que o idoso necessite de uma maior integração entre as suas atividades motoras e cognitivas, o que provavelmente faça com que o desempenho sofra mais influência do estado cognitivo.

Um estudo verificou que idosos com idade superior a 85 anos apresentaram menor pontuação no MEEM e no desempenho de equilíbrio (escala de equilíbrio de Berg) comparado a outros grupos etários, 65-74 e 75-84 anos. Ainda, idosos com comprometimento cognitivo leve e escore inferior a 40 na escala de Berg apresentaram maior risco de quedas. Para os pesquisadores, a capacidade de equilíbrio e os níveis de funcionamento cognitivo foram os maiores fatores de risco para quedas na amostra investigada²⁶.

O desempenho nos testes de força, tanto de membros superiores (preensão manual) quanto inferiores (sentar e levantar da cadeira), apresentou diferenças significantes entre os grupos de DC no presente estudo. Em outras palavras, os idosos com escores iguais ou maiores a 24 pontos no MEEM, são mais fortes do que os idosos com DC abaixo deste indicador. O treinamento resistido tem demonstrado importantes efeitos na ativação do córtex pré-frontal¹².

Não foram observadas diferenças entre os escores do DC para o teste de flexibilidade, sugerindo que esta capacidade não interferiu no DC em nosso estudo. A capacidade de flexibilidade, embora seja componente da aptidão física relacionada à saúde, é importante para a mobilidade funcional e para a realização das atividades de vida diária em idosos¹⁴. Ela parece exercer menos (ou pouca) influência nos aspectos metabólicos do organismo que atuam na atividade cerebral. Contudo, indivíduos com músculos encurtados (isquiotibiais) apresentam limitações na marcha, aumento do risco de quedas e suscetibilidade a lesões musculoesqueléticas³¹. Ademais, a flexibilidade é bastante influenciada por fatores genéticos e talvez seja a capacidade menos estimulada nas atividades cotidianas e em programas de exercícios físicos, que normalmente se resumem em alongamentos iniciais e finais das sessões de treinamento¹³. Um estudo de revisão sistemática com metanálise demonstrou que exercícios mente-corpo, especialmente

o tai chi e a dança, foram benéficos para melhorar a cognição global, a memória operacional, a fluência verbal e o aprendizado em adultos idosos intactos ou com deficiências cognitivas³². Nesse sentido, as evidências a respeito da relação entre a flexibilidade e o desempenho cognitivo são incipientes, pois mesmo em pesquisas com intervenções de exercícios físicos, dificilmente os efeitos da flexibilidade são testados isoladamente.

A literatura existente indica que os níveis aumentados de atividade física e aptidão aeróbica podem proteger contra os declínios cognitivos relacionados com a idade na estrutura e função cerebral³³⁻³⁵. A correlação entre o desempenho no teste de caminhada de 6 minutos e desempenho cognitivo foi baixo ($\rho=0,182$), porém, idosos com menor desempenho no teste também apresentaram menor desempenho cognitivo. Uma revisão de estudos demonstrou que exercícios aeróbicos, são fundamentais para a saúde mental humana³⁶. Em estudo realizado por Gamage et al.³⁷, a correlação elevada ($r=0,654$) entre nível de atividade física e escores do MEEM foi demonstrada em uma grande amostra de idosos. Adicionalmente, os fatores nível de atividade física, visitas de familiares, escolaridade e engajamento em atividades de lazer foram os melhores preditores de cognição.

O teste Roc foi empregado para avaliar o poder de discriminação de um sistema baseado no desempenho das aptidões funcionais para prever o desempenho cognitivo. Foi observado que os testes de agilidade e equilíbrio (neuromotores) apresentaram maior área sob a curva (sensibilidade e especificidade) comparada aos outros quatro testes (flexibilidade, preensão manual, sentar e levantar e caminhada de 6 min). Esta análise permitiu considerar que o desempenho no teste de equilíbrio, superior a 18,0 seg, apresenta melhor sensibilidade e especificidade para discriminar idosos com $DC>26$ e, o desempenho no teste de agilidade, superior a 27,6 seg, a melhor sensibilidade e especificidade para discriminar idosos com $DC<20$ pontos no MEEM.

Existem evidências corroborando estes resultados. Neste sentido, a diminuição na função do sistema neuro-musculoesquelético, foi associada déficit no equilíbrio e risco de quedas em idosos³⁸ enquanto a maior função cognitiva foi associada ao equilíbrio e a mobilidade em idosos da comunidade³⁹. Adicionalmente, idosos com pontuação mais elevada no teste de alcance funcional (indicador de equilíbrio) apresentaram melhor desempenho no Stroop Test³⁰. Nossos resultados podem ser extremamente úteis para a prática clínica, pois, por meio da aplicação de

dois testes de aptidão física e funcional, de reduzido custo e fácil aplicação, o profissional pode discriminar o baixo e o alto desempenho cognitivo, respectivamente, mediante testes de equilíbrio e agilidade.

Apesar das evidências demonstrando a relação entre as diferentes aptidões funcionais com o desempenho cognitivo de idosos, existem ações importantes que ainda precisam ser adotadas para responderem questões específicas. Por exemplo, estudos que possam monitorar e comparar o desempenho da aptidão física e funcional com a cognição de idosos ao longo de vários anos, estudos com esta abordagem, porém utilizando idosos de diferentes contextos socioeconômicos e culturais e, estudos randomizados de intervenção que utilizem a prescrição de exercícios com descrições detalhadas da relação dose-resposta (frequência, intensidade, tipo, tempo, volume e progressão). Esses designs metodológicos poderão responder questões que ainda permanecem sem evidências nesse contexto e contribuir para ações mais específicas utilizando-se da prática de atividade física e exercício físico a fim de preservar e/ou melhorar a saúde física e cognitiva da população idosa.

Algumas limitações devem ser destacadas para a análise geral dos nossos resultados. Embora os avaliadores tenham recebido suficiente treinamento para a administração dos testes e medidas, é interessante realçar a possibilidade de ocorrência erros, provenientes dos avaliadores, dos avaliados e dos instrumentos de medida. Outra, diz respeito à impossibilidade de generalizar esses resultados, uma vez que foi um estudo de caráter transversal, sem possibilidade de estabelecer causa-efeito. Entretanto, o resultado obtido, fornece subsídios para um campo de investigação, pouco explorado, ou seja, a tentativa de estabelecer indicadores para a prescrição de exercícios, com ênfase no tipo de exercício e suas respectivas capacidades físico/motoras, para a prevenção de déficits cognitivos.

4.1.5. Conclusão

Concluimos com o presente estudo que idosos com melhor desempenho físico e funcional em cinco das seis capacidades avaliadas (força de membros superiores e inferiores, agilidade, equilíbrio e capacidade aeróbica) também possuem melhor desempenho cognitivo. Considerando a abordagem transversal do presente estudo, a identificação de um padrão no desempenho dos testes, capaz de indicar baixo ou alto desempenho cognitivo, deve ser analisado com cautela.

Contudo, os testes funcionais, indicadores das capacidades neuromotores (equilíbrio e agilidade), foram os únicos capazes de discriminar idosos com baixo (<20) e alto (>26) desempenho cognitivo, com pontos de corte de 18,0 e 27,6 seg, respectivamente.

Nossos resultados podem ser úteis para a prática clínica, pois, por meio da aplicação de dois testes de aptidão física e funcional, equilíbrio e agilidade, de reduzido custo e fácil aplicação, para discriminar o baixo e o alto desempenho cognitivo, respectivamente. Adicionalmente, sugere que o desempenho físico e funcional, indicadores das capacidades neuromotoras, podem desempenhar importante efeito no desempenho cognitivo de idosos.

4.1.6. Referências

1. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med.* 2000;29(1):1-12.
2. Jones CJ, Rose JD. *Physical Activity Instruction of Older Adults.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2005.
3. Rikli ER, Jones CJ. *Senior fitness test manual.* Human Kinetics; 2001.
4. Santos MLC, Andrade MC. Incidência de quedas relacionada aos fatores de riscos em idosos institucionalizados. *Rev Baiana Saúde Pública.* 2005;29(1):57-68.
5. Fleg LJ, Morrell HC, Bos GA, Brant JL, Talbot AL, Wright GJ et al. Accelerated Longitudinal Decline of Aerobic Capacity in Healthy Older Adults. *Circulation,* 2005, 112: 674–682.
6. Doi T, Makizako H, Shimada H, Park H, Tsutsumimoto K, Uemura K, Suzuki T. Brain activation during dual-task walking and executive function among older adults with mild cognitive impairment: a fNIRS study. *Aging Clin Exp Res.* 2013;25(5):539-44.
7. Beurskens R, Helmich I, Rein R, Bock O. Age-related changes in prefrontal activity during walking in dual-task situations: a fNIRS study. *Int J Psychophysiol.* 2014;92(3):122-8.
8. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci.* 2003;14(2):125-30.
9. Lustig C, Shah P, Seidler R, Reuter-Lorenz PA. Aging, training, and the brain: a review and future directions. *Neuropsychol Rev.* 2009;19(4):504-22.
10. Voss MW, Heo S, Prakash RS, Erickson KI, Alves H, Chaddock L, Szabo AN, Mailey EL, Wójcicki TR, White SM, Gothe N, McAuley E, Sutton BP, Kramer AF. The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: results of a one-year exercise intervention. *Hum Brain Mapp.* 2013;34(11):2972-85.
11. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Voss MW, Khan KM, Handy TC. Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging.* 2012;33(8):1690-8.
12. Voelcker-Rehage C, Godde B, Staudinger UM. Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Front Hum Neurosci.* 2011;5:26.
13. ACSM - American College of Sports Medicine. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
14. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25 Suppl 3:1-72.
15. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano I. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr* 1994;52:1-7.

16. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatric Res.* 1975;12:189-198.
17. Mungas D. In-office mental status testing: a practical guide. *Geriatrics.* 1991;46(7):54-8, 63, 66.
18. Associação Brasileira de Pesquisas Econômicas (ABEP). Critério de classificação econômica Brasil. [citado 10 jul 2007]. Disponível em <http://www.abep.org>.
19. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Eds. Anthropometric standardization reference manual. Abridged ed., Champaign, IL.: Human Kinetics Press; 1991.
20. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70(2):113-9.
21. Backman E, Johansson V, Häger B, Sjöblom P, Henriksson KG. Isometric muscle strength and muscular endurance in normal persons aged between 17 and 75-years. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27:109-17.
22. Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W, Raab D, Wiswell R. Functional Fitness Assessment for Adults Over 60 Years. The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD). Association for Research, Administration, Professional Councils, and Societies. Council on Aging and Adult Development. 1990.
23. Greene LS, Willians HG, Macera CA, Carter JS. Identifying dimensions of physical (motor) functional capacity in healthy older adults. *J Aging Health.* 1993;5(2):163-78.
24. Wells CL, Dillon EK. The sit and reach: a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly.* 1952; 23:115-8.
25. American Thoracic Society - ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7.
26. Scafato E, Gandin C, Galluzzo L, Ghirini S, Cacciatore F, Capurso A, Solfrizzi V, Panza F, Cocchi A, Consoli D, Enzi G, Frisoni GB, Gandolfo C, Giampaoli S, Inzitari D, Maggi S, Crepaldi G, Mariotti S, Mecocci P, Motta M, Negrini R, Postacchini D, Rengo F, Farchi G; I.P.R.E.A. Working Group (Italian PProject on Epidemiology of Alzheimer's disease). Prevalence of aging-associated cognitive decline in an Italian elderly population: results from cross-sectional phase of Italian PProject on Epidemiology of Alzheimer's disease (IPREA). *Aging Clin Exp Res.* 2010;22(5-6):440-9.
27. Woo MT, Davids K, Liukkonen J, Chow JY, Jaakkola T. Falls, Cognitive Function, and Balance Profiles of Singapore Community-Dwelling Elderly Individuals: Key Risk Factors. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2017;8(4):256-262.
28. Ihle A, Gouveia ÉR, Gouveia BR, Freitas DL, Jurema J, Ornelas RT, Antunes AM, Muniz BR, Kliegel M. The relation of education and cognitive activity to mini-mental state in old age: the role of functional fitness status. *Eur J Ageing.* 2017;15(2):123-131.

29. Wee LE, Yeo WX, Yang GR, Hannan N, Lim K, Chua C, Tan MY, Fong N, Yeap A, Chen L, Koh GC, Shen HM. Individual and area level socioeconomic status and its association with cognitive function and cognitive impairment (Low MMSE) among community-dwelling elderly in Singapore. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*. 2012;2(1):529-42.
30. Ramnath U, Rauch L, Lambert EV, Kolbe-Alexander TL. The relationship between functional status, physical fitness and cognitive performance in physically active older adults: A pilot study. *PLoS One*. 2018;13(4):e0194918.
31. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med*. 2014;13(1):1-14.
32. Wu C, Yi Q, Zheng X, Cui S, Chen B, Lu L, Tang C. Effects of Mind-Body Exercises on Cognitive Function in Older Adults: A Meta-Analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2018, in press.
33. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(11):1166-70.
34. Bailey DM, Marley CJ, Brugniaux JV, Hodson D, New KJ, Ogoh S, Ainslie PN. Elevated aerobic fitness sustained throughout the adult lifespan is associated with improved cerebral hemodynamics. *Stroke*. 2013;44(11):3235-8.
35. Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med*. 2001;161(14):1703-8.
36. Kramer AF, Colcombe SJ, McAuley E, Scalf PE, Erickson KI. Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiol Aging*. 2005;26 Suppl 1:124-7.
37. Gamage MWK, Hewage C, Pathirana KD. Associated factors for cognition of physically independent elderly people living in residential care facilities for the aged in Sri Lanka. *BMC Psychiatry*. 2019;19(1):10.
38. Mayson DJ, Kiely DK, LaRose SI, Bean JF. Leg strength or velocity of movement: which is more influential on the balance of mobility limited elders? *Am J Phys Med Rehabil*. 2008; 87(12):969-76.
39. Liu-Ambrose T, Pang MY, Eng JJ. Executive function is independently associated with performances of balance and mobility in community-dwelling older adults after mild stroke: implications for falls prevention. *Cerebrovasc Dis*. 2007;23(2-3):203-10.

4.2. Artigo 2:

Efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos: uma revisão sistemática

Resumo

Introdução: O exercício físico pode interferir no aspecto cognitivo aumentando o fluxo sanguíneo cerebral e os níveis de neurotransmissores. Apesar da associação da prática de exercícios físicos com mudanças na atividade cerebral e em reflexos positivos na cognição, ainda é pouco explorado os efeitos de diferentes modalidades de exercícios físicos nessas variáveis. **Objetivo:** Verificar os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. **Metodologia:** Foram conduzidas buscas sistemáticas conforme estratégia PICO e pesquisadas as seguintes bases: *Pubmed, Web of Science e Cochrane Library*. Dois avaliadores independentes realizaram a seleção inicial a partir da leitura do título e resumo baseados nos critérios de elegibilidade estipulados. Trezentos e trinta e dois títulos foram localizados, desses, 38 estavam em duplicata e 284 foram excluídos baseados na leitura dos resumos. Esta fase resultou em 10 artigos para análise detalhada, que, após conferência das referências, foram incluídos outros quatro para leitura na íntegra, totalizando 14 artigos. Nesta fase, foram excluídos nove artigos por não atenderem aos critérios de elegibilidade. As informações para análise qualitativa foram extraídas de cinco artigos que atenderam aos critérios. **Resultados:** Exercícios aeróbios, neuromotores e neuromusculares, realizados de forma isolados ou combinados com alguma tarefa cognitiva (vídeo game) podem acionar diferentes mecanismos e redes neurocognitivas, porém, há indícios de que a prática de exercícios neuromotores apresentam maiores efeitos na ativação cerebral. **Conclusão:** Houve melhoria na atividade cerebral de idosos independentemente do tipo de exercício físico realizado (aeróbio, resistido ou neuromotor), porém, com discreta vantagem para os exercícios de equilíbrio e coordenação (neuromotores).

Palavras-chave: envelhecimento, *fNIRS*, exercício físico, fluxo sanguíneo cerebral, atividade cognitiva.

Effects of different type of physical exercise on the brain activity of the elderly: a systematic review

Abstract

Introduction: Physical exercise can interfere with the cognitive aspect by increasing cerebral blood flow and neurotransmitter levels. Despite the association of the practice of physical exercises with changes in brain activity and positive reflexes in cognition, the effects of different physical exercise modalities on these variables are still explored. **Objective:** To verify the effects of different modalities of physical exercise on the cerebral activity of the elderly. **Methodology:** Systematic searches were conducted according to the PICO strategy and the following databases were searched: Pubmed, Web of Science and Cochrane Library. Two independent evaluators performed the initial selection from reading the title and summary based on the stipulated eligibility criteria. **Results:** The searches resulted in 332 titles, of which 38 were in duplicate and 284 were excluded based on the reading of the abstracts. This phase resulted in 10 articles for detailed analysis, which, after conference of references, included four other articles for reading in its entirety, totaling 14 articles. At this stage, nine articles were excluded because they did not meet the eligibility criteria. The information for qualitative analysis was extracted from five articles that met the criteria. **Conclusion:** There was improvement in the brain activity of the elderly regardless of the type of physical exercise performed (aerobic, resisted, flexibility or neuromotor), but with a discrete advantage for balance and coordination exercises (neuromotors).

Key words: Aging, fNIRS, Physical Exercise, Cerebral Blood Flow, Cognitive Activity.

4.2.1. Introdução

O cérebro humano vivencia uma variedade de mudanças estruturais durante o curso da vida o que influencia diretamente as funções cognitivas e motoras¹. A mudança mais aparente inclui uma atrofia progressiva, que é compensada pelo aumento dos espaços ventriculares e do líquido cefalorraquidiano². Os declínios cognitivos devem-se, em parte, às alterações morfológicas e fisiológicas generalizadas que ocorrem no cérebro, como a diminuição do número de neurônios e a consequente redução da massa cerebral^{3,4}. O córtex pré-frontal (CPF) é uma das regiões do cérebro mais afetada pelo envelhecimento, refletindo diretamente nos processos executivos e nas funções sensório-motoras⁵. A redução das funções nessa região do cérebro pode afetar diretamente a cognição, a mobilidade geral e a realização das atividades da vida diária⁶. O avanço da idade está associado à redução das funções cognitivas que afetam uma parcela significativa de idosos⁷. Adicionalmente, alterações desencadeadas pelo processo de envelhecimento são responsáveis por reduções nas funções dos sistemas encarregados pela sensação, controle motor, afeto e memória. Essas funções são determinantes na funcionalidade e qualidade de vida do idoso⁸, sobretudo quando essas alterações desviam da curva de um envelhecimento normal ou desejável⁹.

Estima-se que aproximadamente 10 a 15% idosos com comprometimento cognitivo leve evoluam para uma demência clínica em um ano, o que é marcadamente maior do que a taxa de incidência de 1 a 2% ao ano para pessoas de idade comparável na população geral¹⁰. Esse contexto ganha relevância a partir do aumento exponencial de idosos no mundo¹¹ e da relação que o processo de envelhecimento possui com os declínios cognitivos, quedas e doenças associadas¹²⁻¹⁴.

Entre as estratégias para a prevenção e tratamento de comprometimentos cognitivos e demências, o exercício físico assume papel de destaque, pois provoca adaptações fisiológicas que promovem a preservação e/ou a redução na velocidade dos declínios/déficits motores e cognitivos em adultos mais velhos^{6,15,16}. Com a finalidade de padronizar a prescrição e orientação de exercícios físicos, o *American College of Sports Medicine (ACSM)*¹⁷ classificou os tipos de exercícios em, aeróbios, neuromotores, resistidos (neuromuscular) e de flexibilidade. Considerando as necessidades energéticas/metabólicas e de condução nervosa específicas, cada tipo

de exercício deverá exercer funções distintas no organismo e, portanto, receber maior atenção durante um programa de exercícios. Como exemplo, para controle e tratamento da hipertensão, obesidade e diabetes são recomendados essencialmente exercícios de caráter aeróbio e para sarcopenia, exercícios resistidos¹⁷.

Evidências científicas demonstram que há forte associação entre desempenho motor (marcha)¹⁸ e desempenho cognitivo¹⁹ com a incidência de quedas em idosos. Neste sentido, podemos supor que um tipo de exercício (aeróbio, neuromotor, neuromuscular e flexibilidade) que possibilite reduzir a incidência de quedas, também poderia promover maior ativação cerebral e um consequente melhor desempenho cognitivo em idosos.

Um estudo de metanálise investigou o tipo de exercício que poderia causar maior redução da incidência de quedas em idosos²⁰. Os resultados revelaram que o exercício de equilíbrio (neuromotor) foi o único que demonstrou significativo efeito protetor nas taxas de quedas, com redução estimada de 25%. Os outros tipos de exercícios envolvendo treinamento neuromuscular (treinamento de força), treinamento de flexibilidade (alongamentos) e treinamento aeróbio (caminhada), como intervenções únicas (apenas com a tarefa motora), não apresentaram efeito protetor significativo nas taxas de quedas²⁰. Esses dados são consistentes com outro estudo de metanálise que investigou os efeitos do exercício físico na incidência de quedas em pacientes idosos. Os resultados também apontaram para programas que incluíam exercícios de equilíbrio, com redução de 17% no risco de quedas em comparação com intervenções que utilizaram outras formas de exercício físico²¹.

No estudo de Taylor et al.¹⁸ foi observado que idosos, com comprometimento cognitivo e padrões de marcha lento e instável, apresentavam maior risco de quedas. Contudo, a associação entre marcha e quedas foi mediada em grande parte pela redução do funcionamento sensório-motor. Essas informações sugerem que programas de treinamento que contemplam exercícios neuromotores, poderiam minimizar fatores de risco e medo de quedas em idosos.

Entretanto, ainda faltam informações consistentes sobre o tipo de exercício físico que possa promover maior ativação cerebral em idosos (desempenho cognitivo). Para isto, é necessário isolar os efeitos dos tipos de exercícios nas intervenções e obter informações de estudos com maior nível de evidência científica. A importância do exercício físico para a melhoria e preservação das funções cognitivas em idosos tem sido demonstrada nas últimas décadas²². A melhoria da

plasticidade cerebral funcional e estrutural foi observada em idosos após vários tipos de treinamento físico, incluindo treinamento cardiovascular, de força, coordenação e equilíbrio, e consistentemente correlacionada com melhor desempenho cognitivo²³⁻²⁵.

Existe atualmente uma lacuna do conhecimento a respeito do efeito de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos e qual o tipo de exercício físico (aeróbios, neuromusculares, neuromotores e de flexibilidade), está associado a melhor atividade cerebral. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos fisicamente independentes.

4.2.2. Metodologia

4.2.2.1. Estratégia de pesquisa

Os principais termos de pesquisa e seus sinônimos (operadores booleanos) são exibidos no Quadro 1. As bases de dados pesquisadas foram *Pubmed*, *Web of Science (WoS)* e *Cochrane Library (CL)* (Figura 1). A busca foi realizada em 10 de outubro de 2018 e atualizada em 14 de dezembro de 2018.

Os estudos foram considerados relevantes se incorporassem terminologias que indicavam a comparação de diferentes modalidades de exercícios (aeróbio, neuromuscular/resistido, neuromotor, flexibilidade) na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de indivíduos idosos saudáveis, no título ou resumo. A revisão seguiu os procedimentos recomendados pela *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)*²⁶.

Quadro 1. Estratégia de busca utilizada para localização dos estudos

Campo	Localizados	Termos de pesquisa
1	429.591	Título: (“old*” OR “elder”*)
2	114.616	Título: (gait OR walk OR walking OR strength training OR resistance training OR continuous training OR high-intensity interval training OR cardiovascular training OR aerobic training OR balance training OR flexibility training OR stretching training OR dancing OR cardiovascular training OR coordination training OR high-intensity interval training)
3	49.665	Título: (cerebral oxygenation OR prefrontal oxygenation OR cortical oxygenated hemoglobin OR cortical activity OR brain activity OR neural activity OR neural activation OR brain activation OR prefrontal cortex oxygenation OR cerebral blood flow)
4	113	3 AND 2 AND 1

Fonte: Os autores

4.2.2.2. Seleção dos estudos

Após a realização das buscas nas bases de dados, as informações dos artigos foram importadas para o Excel (Microsoft Office, 2013) e as duplicatas foram manualmente removidas (SA). O software on-line da Covidence (Cochrane, Melbourne, Austrália) foi usado para seleção dos estudos. Dois avaliadores independentes (SA e MR) realizaram a seleção inicial a partir da leitura do título e resumo, marcando os resultados como “incluídos”, “excluídos” ou “incertos” baseadas nos seguintes critérios de elegibilidade: (1) houve comparação do efeito de diferentes modalidades (tipo/modo) de exercícios na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de indivíduos idosos saudáveis. Os grupos de intervenção nos estudos selecionados deveriam ter sido submetidos a dois ou mais tipos de exercícios físicos de forma independente, caracterizados como aeróbios, neuromusculares/resistidos (força e resistência muscular), neuromotores (equilíbrio, coordenação, agilidade) e/ou de flexibilidade¹⁷; (2) Foram investigadas alterações cerebrais pré/pós e/ou durante as diferentes modalidades de exercícios e; (3) utilizaram equipamentos para identificar desfechos primários associados aos exercícios na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais em idosos saudáveis

como, fNIRS (*Functional Near-Infrared Spectroscopy*), EEG (Eletroencefalografia), fMRI (Imagem por ressonância magnética funcional) ou PET (*Positron emission tomography*).

Em seguida, os textos completos dos trabalhos “incluídos” ou “incertos” foram lidos pelos mesmos revisores analisando-se mais uma vez cada critério de elegibilidade. Conflitos foram resolvidos mediante consenso e discussão com um terceiro revisor (DT). Além destes critérios, apenas artigos em inglês foram considerados para revisão e quaisquer estudos de caso, revisões, capítulos de livros, comentários, artigos de discussão, editoriais ou estudos para os quais o texto completo não estava disponível foram excluídos.

4.2.2.3. Extração dos dados

Somente os estudos incluídos foram submetidos à extração de dados. As informações foram extraídas para uma planilha de Excel (Microsoft Office, 2013) e englobaram: nome do primeiro autor e ano de publicação, participantes (número total, sexo e faixa etária), descrição do tipo exercício e grupos (número participantes), intervenção, instrumento utilizado para avaliar alterações cerebrais e resultados principais (Quadro 2).

4.2.2.4. Análise estatística

Foram realizadas extração e análise de dados, que refletissem sobre o efeito de diferentes modalidades de exercício físico na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais de idosos saudáveis.

4.2.3. Resultados

Foram identificados inicialmente 332 estudos (59 pubmed, 260 WoS, 13 CL), desses 38 estavam em duplicata e 284 foram excluídos com base na leitura de títulos e resumos, restando 10 para a análise detalhada. Após revisão realizada nas referências destes estudos, foram incluídos outros cinco para leitura do texto na íntegra, totalizando 14 artigos. Após esta fase, foram excluídos outros 10 artigos por não atenderem aos critérios de elegibilidade como, terem utilizado apenas um tipo de exercício que foi comparado pré e pós ou apenas com o grupo controle²⁷⁻²⁹, não avaliaram os desfechos primários associados aos exercícios na ativação, oxigenação ou mudanças cerebrais com fNIRS, EEG, fMRI ou PET³⁰, utilizaram a

mesma amostra de outro estudo selecionado³¹ ou, os grupos foram submetidos a um programa que envolveu vários tipos de exercícios na mesma intervenção³²⁻³⁵. Restaram cinco artigos (ensaios clínicos randomizados) para a análise qualitativa. A Figura 1 exibe o fluxograma da estratégia de seleção dos estudos incluídos e o Quadro 2 resume suas informações.

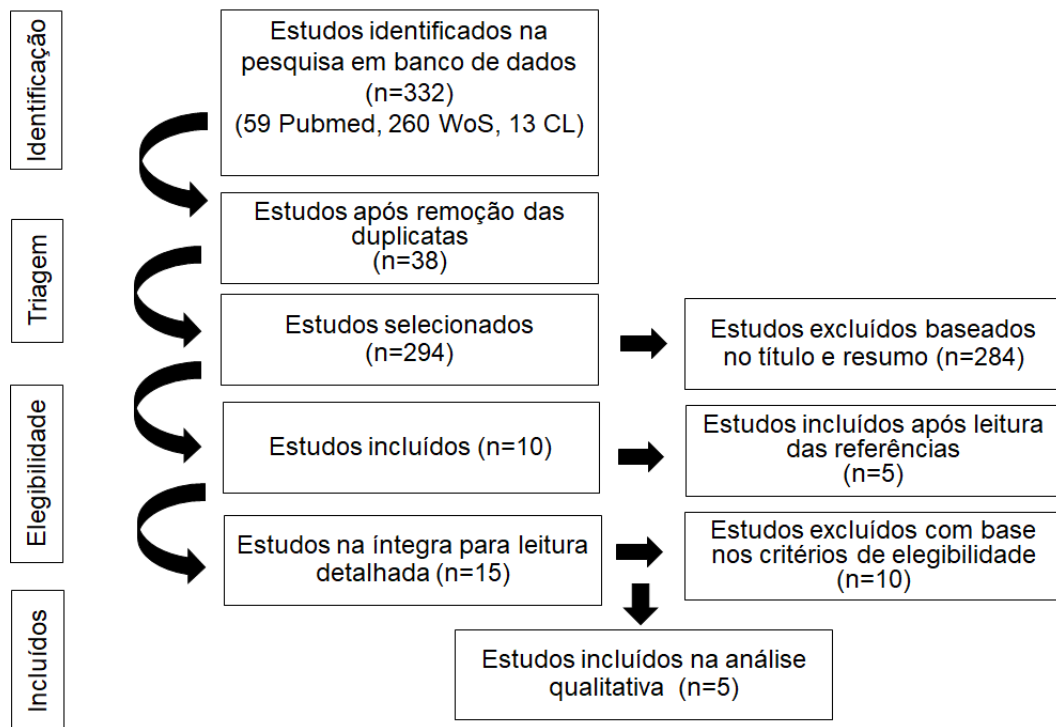


Figura 1. Fluxograma PRISMA da estratégia de busca em cada etapa do processo de seleção dos estudos selecionados.

Fonte: Os autores

Quadro 2. Características dos estudos incluídos

Autor	Tipo de estudo Objetivo	Amostra n (sexo); idade	Tipo e descrição dos exercícios e grupos (Intervenção)	Avaliação	Principais resultados
Eggenberger et al., ²	RCT Comparar os efeitos da dança interativa e o treino de equilíbrio na atividade do CPF	n=33 (12 ♂); 74,9 ± 6,9 anos	Aeróbio: treino de dança interativa no videogame simultâneo com um treinamento cognitivo-motor (exergame). 8 semanas (24 sessões), 3 x/sem, 30 min/sessão, intensidade moderada a vigorosa. Neuromotor: treino de equilíbrio (20 min) com exercícios de apoio em 1 perna e vários tipos em superfícies instáveis. Alongamentos com 4 a 5 exercícios nos principais grupos musculares (10 min). 8 semanas (4 sessões), 3 x/sem, 30 min/sessão, intensidade moderada a vigorosa.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade do CPF durante a caminhada com o fNIRS Pré e pós intervenção 	Ambos exercícios reduziram a oxigenação do CPF dos hemisférios direito e esquerdo. A dança demonstrou maior redução na oxigenação do CPF no lado esquerdo comparada ao grupo de equilíbrio.
Schättin et al., ¹	RCT Comparar o treino com exergame com o treino de equilíbrio com foco na atividade do CPF, FC e desempenho da marcha	n=27 (15 ♂); 79,2 ± 7,3 anos	Aeróbio: treino de dança interativa no videogame simultâneo com um treino cognitivo-motor (exergame) (5' aquecimento; 20' treinamento; 5' resfriamento). 8-10 semanas (24 sessões), 3 x/sem, 30 min/sessão, intensidade moderada a vigorosa. Neuromotor: treino de equilíbrio convencional, com exercícios repetitivos, estáticos e dinâmicos em superfícies estáveis e instáveis. 8-10 semanas (24 sessões), 3 x/sem, 30 min/sessão (5' aquecimento; 20' T; 5' resfriamento), intensidade moderada a vigorosa.	<ul style="list-style-type: none"> • Parâmetros temporais e espaciais da marcha; • Teste de desempenho atencional (TAP) para FC • Medidas da atividade cerebral pré-frontal (EEG) Pré e pós intervenção 	O treino com exergame, bem como o treino de equilíbrio, influenciam positivamente a atividade e a função do CPF em diferentes proporções.

Quadro 2. Características dos estudos incluídos (continuação)

Autor	Tipo de estudo Objetivo	Amostra n (sexo); idade	Tipo e descrição dos exercícios e grupos (Intervenção)	Avaliação	Principais resultados
Coetsee; Terblanche ³⁶	RCT Determinar se o tipo de exercício tem efeito diferencial na oxigenação cerebral em idosos	n=67 (13 ♂); 62,7 ± 5,7 anos	<p>Neuromuscular: treino resistido 3 sessões de 10 repetições; 7 exercícios para MS e MI. 16 semanas, 3 x/sem, 30 min/sessão, 3 séries, intensidade 50 (1ª série), 75 (2ª série) e 100% (3ª série) de 10 RM. Após 8 semanas, 75 (1ª série), 85 (2ª série) e 100% (3ª série) de 10 RM.</p> <p>Aeróbio: treino contínuo moderado (TCM). Caminhada em esteira rolante. 16 semanas, 3 x/sem, 47 min/sessão, intensidade 70-75% FC_{máx}.</p> <p>Aeróbio: treino de HIIT. 4 séries de caminhada em esteira, 3 min de recuperação ativa a 70% FC_{máx}. 16 semanas, 3 x/sem, 30 min/sessão, intensidade de 90-95% da FC_{máx}.</p> <p>Controle (sem exercício)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teste de Stroop: velocidade do processamento de informações (tarefa simples) e controle cognitivo executivo (tarefa complexa) • Alterações na O₂Hb, na HHb e no índice de hemoglobina total (THI) pelo fNIRS 	O treinamento resultou em maior oxigenação cerebral durante a ativação cortical em comparação ao grupo controle. O HIIT e MCT foram superiores ao treino resistido para oxigenação cerebral em idosos.
Voelcker-Rehage; Godde; Staudinger et. ²⁴	RCT Verificar efeitos do treinamento aeróbio e de coordenação nas funções cognitivas (controle executivo e velocidade perceptiva) em idosos.	n=44 (16 ♂); 69,6 ± 3,8 anos	<p>Aeróbio: treino de caminhada, 12 meses, 3 x/sem, 60 min (parte principal com 35 min progredindo para 45 a 50 min/sessão após 3 meses), intensidade moderada/FC acima limiar aeróbio</p> <p>Neuromuscular: treino de coordenação, de equilíbrio, orientação espacial e reação a objetos/pessoas em movimento. 12 meses, 3 x/sem, 60 min/sessão, intensidade não relatada</p> <p>Flexibilidade (Controle): alongamento, relaxamento muscular e massagem. 12 meses, 3 x/sem, 60 min/sessão, intensidade não relatada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas cognitivas: Velocidade perceptual (tarefa de pesquisa visual) e o Controle executivo (tarefa Flanker) • fMRI (scanner durante tarefa Flanker) • 17 ROIs 	Os grupos (caminhada e coordenação) apresentaram diminuição da ativação pré-frontal durante tarefa cognitiva, comparados ao controle. A caminhada foi associada a um aumento da ativação da rede sensório-motora, enquanto a coordenação foi associada ao aumento da ativação na rede visual-espacial.

Quadro 2. Características dos estudos incluídos (continuação)

Autor	Tipo de estudo Objetivo	Amostran (sexo); idade	Tipo e descrição dos exercícios e grupos (Intervenção)	Avaliação	Principais resultados
Liu Ambrose et al., ²⁵	RCT Comparar o efeito do treino resistido (uma e duas x/sem) e o de equilíbrio/alongamento sobre a plasticidade funcional CPF	n=52 (♀) 69,3±3,0 anos	<p>Neuromuscular: treino resistido em máquinas e pesos livres. 12 meses, 1 x/sem, 50 min/sessão, 2 séries, intensidade com cargas para 6 a 8 repetições (Método 7 RM)</p> <hr/> <p>Neuromuscular: treino resistido em máquinas e pesos livres. 12 meses, 2 x sem, 50 min/sessão, 2 séries, intensidade com cargas para 6 a 8 repetições (Método 7 RM)</p> <hr/> <p>Neuromotor: Treino de alongamentos, de core, de equilíbrio e técnicas de relaxamento. 12 meses, 2 x/sem, 50 min/sessão, intensidade não relatada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefa de Flanker modificada (Eriksen Flanker task). Tarefa de atenção seletiva e tarefa de resolução de conflitos. • fMRI (scaneer durante tarefa Flanker) (12 ROIs) 	O treino resistido (2 x/sem), demonstrou efeito positivo sobre a plasticidade funcional do córtex comparado ao treino resistido (1 x/sem) e ao treino de equilíbrio/alongamento

Nota: PP: parte principal; RM: repetições máximas; MS: membros superiores; MI: membros inferiores; RM: repetições máximas; fNIRS: functional near infrared spectroscopy; EEG: eletroencefalografia; fMRI: Imagem de ressonância magnética funcional; CPF: córtex pré-frontal; ROIs; regiões de interesse; T: treinamento; RCT: ensaios clínicos randomizados; FC: funções cognitivas; O₂Hb: oxi-hemoglobina; HHb: desoxi-hemoglobina; TCM: treinamento contínuo moderado

4.2.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de diferentes modalidades de exercício físico na atividade cerebral de idosos. Os resultados desta revisão sistemática revelaram aumento na atividade cerebral, em todos os grupos que realizaram exercícios com descrições da frequência, intensidade e duração, independentemente do tipo (aeróbio, neuromotor, neuromuscular e flexibilidade) e, que este aumento, parece ser mais pronunciado (consistente) pela prática de exercícios neuromotores (equilíbrio e a coordenação, tarefa simples) e/ou combinados com tarefas cognitivas (cognitivo-motor, tarefa dupla). No entanto, embora os estudos selecionados apresentem forte qualidade de evidência científica, ensaios clínicos randomizados^{1,2,24,25,36}, a quantidade localizada sugere cautela na determinação de um tipo de exercício que possa ser capaz de responder por uma maior ativação cerebral em idosos.

Entre os estudos selecionados, o de Eggenberger et al.² demonstraram que, tanto a atividade de dança interativa em videogame (aeróbio) quanto o treino de equilíbrio (20 min) e alongamento (10 min) reduziram significativamente a oxigenação do hemisfério esquerdo e direito do córtex pré-frontal (CPF) durante a aceleração da marcha em idosos. O grupo da dança demonstrou maior redução ao final da tarefa de 30 segundos em comparação ao grupo de equilíbrio para o hemisfério esquerdo do CPF. De acordo com os pesquisadores, as reduções observadas na atividade da CPF (menor oxigenação) podem liberar recursos cognitivos para a realização de outros processos durante uma caminhada, o que pode ser relevante para melhorar a mobilidade e a prevenção de quedas entre os idosos².

Com grupos e desenho semelhante, Schättin et al.¹ demonstraram que tanto a dança interativa no videogame (exergame), como o treinamento de equilíbrio, influenciaram a atividade e a função do CPF em idosos, contudo, em diferentes proporções. Os resultados da avaliação da atividade cerebral mostraram que os sinais indicadores (Eletroencefalografia-EEG) de estímulos auditivos diminuíram significativamente após a intervenção em favor do grupo exergame. Comparando pré vs pós teste, quatro funções executivas melhoraram no grupo exergame e um no grupo de equilíbrio. Além disso, os parâmetros espaço-temporais da marcha melhoraram principalmente no grupo exergame sob condições de tarefa dupla e no grupo de equilíbrio sob condições de tarefa simples. O treinamento de equilíbrio

realizado com a ajuda de videogames (tarefa dupla) foi eficaz na redução de quedas entre os idosos em aproximadamente 50%. Para os pesquisadores, esta redução pode ser devido a melhorias no tempo de reação, na marcha, no equilíbrio e na recuperação do equilíbrio, mas não na melhoria da força muscular³⁷. Além disso, em comparação com o treinamento convencional de equilíbrio (tarefa simples), o treinamento aliado aos videogames (tarefa dupla) modula diferentemente a atividade cerebral pré-frontal e as funções executivas², o que potencializa os benefícios da intervenção.

Porém, é preciso destacar que o exercício de dança interativa no videogame (exergame), adotado nos estudos de Eggenberger et al.² e Schättin et al.¹, é uma atividade cognitiva-motora (tarefa dupla), ou seja, embora possua característica aeróbia, exige importante participação do aspecto cognitivo na execução da atividade motora. Isso sugere que esta atividade (dança interativa) possui grande participação do aspecto neuromotor (coordenação, equilíbrio, tempo e velocidade de reação, antecipação). Adicionalmente, a necessidade de um equipamento que possibilite o atendimento de um pequeno número de usuários por sessão, pode inviabilizar a adoção de uma metodologia com o videogame. Considerando que o treinamento de equilíbrio pode ser desenvolvido em diversas situações e locais com materiais de baixo custo, apresenta discreta vantagem sobre a atividade com o exergame. Em uma extensa revisão, foi observado que programas de exercícios que enfocaram treinamentos de equilíbrio de moderada a alta intensidade foram considerados mais eficazes em prevenir quedas em idosos em relação a outras modalidades de treinamento²⁰.

Um programa de caminhada (aeróbio) e outro de coordenação (neuromuscular) promoveram redução da ativação pré-frontal durante tarefa cognitiva, comparados ao controle, sugerindo um processamento de informações mais eficiente nos idosos participantes. Contudo, o exercício aeróbio (caminhada) foi associada a um aumento na ativação da rede sensório-motora, enquanto o exercício neuromotor (coordenação) foi associado a um aumento na ativação da rede visual-espacial²⁴. Essas informações, indicam que, além do treinamento aeróbio, outros tipos de exercícios, como a coordenação, melhoram a cognição em idosos. No entanto, os mecanismos subjacentes às mudanças de desempenho cognitivo parecem diferir de acordo com o tipo de exercício físico. É importante destacar que as tarefas coordenativas promovem o surgimento e a reestruturação de sinapses

(sinaptogênese)³⁸. Neste caso, é recomendado que o idoso não apresentasse apenas suficiente desempenho de força muscular e/ou aptidão cardiorrespiratória, mas também, eficiente desempenho neuromotor (velocidade de movimento, equilíbrio, agilidade, coordenação) e flexibilidade, uma vez que estas capacidades demonstram forte associação com o funcionamento cognitivo²⁴.

Um importante estudo comparou a oxigenação cerebral e a utilização do O₂ em idosos após participação em programas de exercícios contínuos, de intensidade moderada e alta (HITT) e exercícios resistidos³⁶. Os resultados demonstraram que o HITT não foi melhor em provocar alterações na oxigenação cerebral do que o treinamento contínuo moderado. Adicionalmente, tanto um, quanto o outro (HITT e moderado), foram melhores em promover a oxigenação cerebral do que o treinamento com exercícios resistidos³⁶.

Evidências a favor do treinamento cardiovascular (aeróbio) para benefícios na atividade cerebral apontam para um aumento da densidade dos capilares (angiogênese)³⁸, para a formação de novos neurônios (neurogênese) e para melhoria da plasticidade dos sistemas de neurotransmissores³⁹. Há sugestões na literatura de que níveis aumentados de aptidão aeróbia (VO_{2max}) podem proteger contra declínios relacionados com a idade na estrutura e função cerebral e a subsequente deterioração cognitiva^{23,40}. Dupuy et al.⁴¹ constataram que mulheres com maiores níveis VO_{2max} exibiram melhores respostas na oxigenação cerebral e no desempenho cognitivo durante a tarefa de Stroop em comparação com mulheres com níveis mais baixos de aptidão.

A comparação entre um programa de treinamento resistido (neuromuscular), uma vez e duas vezes por semana (1 e 2 x/sem), com um programa de treinamento que envolveu exercícios de equilíbrio (neuromotor) e alongamentos (flexibilidade) foi realizada por Liu Ambrose et al.²⁵. Observou-se que o treinamento resistido (2 x/sem) demonstrou maior efeito sobre a plasticidade funcional do córtex do que o treinamento resistido (1 x/sem) e o treinamento de equilíbrio/alongamento²⁵. Neste estudo, embora o treinamento de equilíbrio e alongamentos (grupo) tenha apresentado uma prescrição, foi considerado como um grupo controle para possíveis efeitos confundidores do treinamento de resistência (1 e 2 x/sem). Neste sentido, apesar do estudo de Liu Ambrose et al.²⁵ ser um dos selecionados para análise, a utilização das informações para a presente pesquisa limita-se pelo menor

interesse dos pesquisadores em comparar os tipos de exercícios (neuromuscular/resistido versus neuromotor).

De maneira geral o treinamento resistido pode ser eficaz para melhorar a atividade cerebral de idosos. Um dos mecanismos responsáveis por esse ganho é que o treinamento resistido reduz a homocisteína sérica⁴² e aumenta os níveis de IGF-1^{43,44}. Níveis aumentados de homocisteína apresentam resultados cognitivos e estruturais negativos com a atividade cerebral de idosos⁴⁵⁻⁴⁷. O IGF-1, em contraste, promove o crescimento neuronal, a sobrevivência e aumenta o desempenho cognitivo⁴⁸. Cassilhas et al.⁴⁴ verificaram que os níveis séricos de IGF-1 foram maiores nos grupos de treinamento resistido quando comparados a um grupo controle. Assim, o treinamento resistido pode promover tanto o desempenho cognitivo quanto a plasticidade funcional via mecanismos envolvendo IGF-1 e homocisteína em idosos. Outro fato é que, diferentes tipos de treinamento físico podem afetar diferentes redes neurocognitivas⁴⁹. O treinamento aeróbio está ligado a níveis elevados de BDNF (*Brain-derived neurotrophic factor*)⁵⁰, enquanto que o de treinamento resistido produz aumento dos níveis de IGF-1⁴⁴.

A principal limitação do presente estudo se refere ao pequeno número de pesquisas que atenderam aos critérios de inclusão, o que prejudica a generalização dos resultados que revelaram aumento na atividade cerebral em todos os grupos que realizaram exercícios com descrições da frequência, intensidade e duração, independentemente do tipo (aeróbio, neuromotor, neuromuscular e flexibilidade) e, que este aumento, parece ser mais pronunciado pela prática de exercícios neuromotores (equilíbrio e a coordenação em tarefa simples) e/ou combinados com tarefas cognitivas (cognitivo-motor, tarefa dupla).

4.2.5. Conclusão

Independente da prescrição do tipo de exercício, todos os idosos apresentaram algum grau de melhoria na atividade cerebral nos estudos selecionados. Embora os tipos de exercícios físicos executados possam afetar diferentes redes neurocognitivas a prática de exercícios neuromotores (equilíbrio e a coordenação em tarefa simples) e/ou combinados com tarefas cognitivas (cognitivo-motor, tarefa dupla) possui potencial para melhoria da atividade cerebral em idosos.

4.2.6. Referências

1. Schättin A, Arner R, Gennaro F, de Bruin ED. Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: A Randomized-Controlled Study. *Front Aging Neurosci.* 2016;8:278.
2. Eggenberger P, Wolf M, Schumann M, de Bruin ED. Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Front Aging Neurosci.* 2016;8:66.
3. Burke SN, Barnes CA. Neural plasticity in the ageing brain. *Nat Rev Neurosci.* 2006;7(1):30-40.
4. Vallesi A, McIntosh AR, Kovacevic N, Chan SC, Stuss DT. Age effects on the asymmetry of the motor system: evidence from cortical oscillatory activity. *Biol Psychol.* 2010;85(2):213-8.
5. Heuninckx S, Wenderoth N, Swinnen SP. Systems neuroplasticity in the aging brain: recruiting additional neural resources for successful motor performance in elderly persons. *J Neurosci.* 2008;28(1):91-9.
6. Holtzer R, Epstein N, Mahoney JR, Izzetoglu M, Blumen HM. Neuroimaging of mobility in aging: a targeted review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(11):1375-88.
7. Scafato E, Gandin C, Galluzzo L, Ghirini S, Cacciatore F, Capurso A, Solfrizzi V, Panza F, Cocchi A, Consoli D, Enzi G, Frisoni GB, Gandolfo C, Giampaoli S, Inzitari D, Maggi S, Crepaldi G, Mariotti S, Mecocci P, Motta M, Negrini R, Postacchini D, Rengo F, Farchi G; I.P.R.E.A. Working Group (Italian PROject on Epidemiology of Alzheimer's disease). Prevalence of aging-associated cognitive decline in an Italian elderly population: results from cross-sectional phase of Italian PROject on Epidemiology of Alzheimer's disease (IPREA). *Aging Clin Exp Res.* 2010;22(5-6):440-9.
8. Kearney FC, Harwood RH, Gladman JR, Lincoln N, Masud T. The relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older adults: a systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2013;36(1-2):20-35.
9. Power GA, Dalton BH, Rice CL. Human neuromuscular structure and function in old age: A brief review. *J Sport Health Sci.* 2013;2(4):215-226.
10. Petersen RC. The current status of mild cognitive impairment - what do we tell our patients? *Nat Clin Pract Neurol.* 2007;3(2):60-1.
11. World Health Organization – WHO. Eastern Mediterranean Region Framework for health information systems and core indicators for monitoring the health situation and health system performance. Cairo: WHO Regional Office for the Eastern Mediterranean; 2016.
12. Salat DH, Tuch DS, Hevelone ND, Fischl B, Corkin S, Rosas HD, Dale AM. Age-related changes in prefrontal white matter measured by diffusion tensor imaging. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1064:37-49.
13. Park DC, Reuter-Lorenz P. The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annu Rev Psychol.* 2009;60:173-96.

14. Mather M. The emotion paradox in the aging brain. *Ann N Y Acad Sci.* 2012;1251:33-49.
15. Doi T, Makizako H, Shimada H, Park H, Tsutsumimoto K, Uemura K, Suzuki T. Brain activation during dual-task walking and executive function among older adults with mild cognitive impairment: a fNIRS study. *Aging Clin Exp Res.* 2013;25(5):539-44.
16. Beurskens R, Helmich I, Rein R, Bock O. Age-related changes in prefrontal activity during walking in dual-task situations: a fNIRS study. *Int J Psychophysiol.* 2014;92(3):122-8.
17. ACSM - American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
18. Taylor ME, Ketels MM, Delbaere K, Lord SR, Mikolaizak AS, Close JCT. Gait impairment and falls in cognitively impaired older adults: an explanatory model of sensorimotor and neuropsychological mediators. *Age Ageing.* 2012;41(5):665-9
19. Cruz DT, Cruz FM, Ribeiro AL, Veiga CL, Leite ICG. Associação entre capacidade cognitiva e ocorrência de quedas em idosos. *Cad. Saúde Colet.* 2015,23(4):386-393.
20. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and metaanalysis. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(12):2234-43.
21. Province M, Hadley E, MC H. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. *Frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques.* *JAMA.* 1995;273(17):1341-7.
22. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci.* 2003;14(2):125-30.
23. Voss MW, Heo S, Prakash RS, Erickson KI, Alves H, Chaddock L, Szabo AN, Mailey EL, Wójcicki TR, White SM, Gothe N, McAuley E, Sutton BP, Kramer AF. The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: results of a one-year exercise intervention. *Hum Brain Mapp.* 2013;34(11):2972-85.
24. Voelcker-Rehage C, Godde B, Staudinger UM. Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Front Hum Neurosci.* 2011;5:26.
25. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Voss MW, Khan KM, Handy TC. Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging.* 2012;33(8):1690-8.
26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336-41.
27. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, Webb A, Jerome GJ, Marquez DX, Elavsky S. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2004;101(9):3316-21.

28. Kleemeyer MM, Polk TA, Schaefer S, Bodammer NC, Brechtel L, Lindenberger U. Exercise-Induced Fitness Changes Correlate with Changes in Neural Specificity in Older Adults. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:123.
29. Asahara R, Endo K, Liang N, Matsukawa K. An increase in prefrontal oxygenation at the start of voluntary cycling exercise was observed independently of exercise effort and muscle mass. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(8):1689-1702.
30. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2010;170(2):170-8.
31. Godde B, Voelcker-Rehage C. Cognitive resources necessary for motor control in older adults are reduced by walking and coordination training. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:156.
32. Rehfeld K, Müller P, Aye N, Schmicker M, Dordevic M, Kaufmann J, Hökelmann A, Müller NG. Dancing or Fitness Sport? The effects of two training programs on hippocampal plasticity and balance abilities in healthy seniors. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:305.
33. Rehfeld K, Lüders A, Hökelmann A, Lessmann V, Kaufmann J, Brigadski T, Müller P, Müller NG. Dance training is superior to repetitive physical exercise in inducing brain plasticity in the elderly. *PLoS One.* 2018;13(7):e0196636.
34. Shimada H, Ishii K, Makizako H, Ishiwata K, Oda K, Suzukawa M. Effects of exercise on brain activity during walking in older adults: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2017;14(1):50.
35. Gajewski PD, Falkenstein M. Training-induced improvement of response selection and error detection in aging assessed by task switching: effects of cognitive, physical, and relaxation training. *Front Hum Neurosci.* 2012;6:130.
36. Coetsee C, Terblanche E. Cerebral oxygenation during cortical activation: the differential influence of three exercise training modalities. A randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(8):1617-1627.
37. Okubo Y, Schoene D, Lord SR. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(7):586-593.
38. Black JE, Isaacs KR, Anderson BJ, Alcantara AA, Greenough WT. Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1990;87(14):5568-72.
39. Van Praag H. Exercise and the brain: something to chew on. *Trends Neurosci.* 2009;32(5):283-90.
40. Bailey DM, Marley CJ, Brugniaux JV, Hodson D, New KJ, Ogoh S, Ainslie PN. Elevated aerobic fitness sustained throughout the adult lifespan is associated with improved cerebral hemodynamics. *Stroke.* 2013;44(11):3235-8.
41. Dupuy O, Gauthier CJ, Fraser SA, Desjardins-Crèpeau L, Desjardins M, Mekary S, Lesage F, Hoge RD, Pouliot P, Bherer L. Higher levels of cardiovascular fitness are associated with better executive function and prefrontal oxygenation in younger and older women. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:66.

42. Vincent KR, Braith RW, Bottiglieri T, Vincent HK, Lowenthal DT. Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. *Prev Cardiol*. 2003 Fall;6(4):197-203.
43. Borst SE, De Hoyos DV, Garzarella L, Vincent K, Pollock BH, Lowenthal DT, Pollock ML. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):648-53.
44. Cassilhas RC, Viana VA, Grassmann V, Santos RT, Santos RF, Tufik S, Mello MT. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1401-7.
45. Den Heijer T, Vermeer SE, Clarke R, Oudkerk M, Koudstaal PJ, Hofman A, Breteler MM. Homocysteine and brain atrophy on MRI of non-demented elderly. *Brain*. 2003;126(Pt 1):170-5.
46. Garcia A, Haron Y, Pulman K, Hua L, Freedman M. Increases in homocysteine are related to worsening of stroop scores in healthy elderly persons: a prospective follow-up study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(12):1323-7.
47. Sachdev PS. Homocysteine and brain atrophy. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2005;29(7):1152-61.
48. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*. 2002;25(6):295-301.
49. Hötting K, Röder B. Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neurosci Biobehav Rev*. 2013;37(9 Pt B):2243-57.
50. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, Adser H, Jakobsen AH, Pilegaard H, Nielsen HB, Secher NH. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010;298 (2):R372-7.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve discretas vantagens, tanto no estudo de base populacional (abordagem transversal) quanto de revisão sistemática, favorecendo os efeitos do desempenho das aptidões funcionais e da prática de exercícios neuromotores, no desempenho cognitivo e na atividade cerebral, respectivamente, de idosos fisicamente independentes. Os resultados permitem sugerir que os exercícios neuromotores, em especial, o equilíbrio, a agilidade e a coordenação, possuem potencial para contribuir em maior parte na prevenção e tratamento de déficits cognitivos do que as outras modalidades. Porém, são necessárias investigações adicionais com estudos clínicos randomizados que adotem intervenções que enfatizem a modalidade/tipo de exercício físico separadamente (componente único), com rigor na descrição dos componentes das sessões de exercícios (frequência, intensidade, tipo, tempo, volume e progressão).

Este estudo foi um dos primeiros que procurou investigar os efeitos isolados da modalidade/tipo de exercício no desempenho e na ativação cerebral de idosos fisicamente independentes. Estabelecer o tipo de exercício que provoque melhores benefícios nas funções cognitivas e atividade cerebral pode contribuir para a elaboração de programas de atividades físicas mais específicas e efetivas na função cognitiva de idosos, economizar em tempo e recursos com metas mais objetivas, além de possibilitar meios mais eficazes de prevenir disfunções/demências de caráter reversível.

6. REFERÊNCIAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas do Século XX. Comunicação Social 29 de setembro de 2003. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/29092003estatisticasecxx.html.shtm>>.
2. Souza MFM, Malta DC, França EB, Barreto ML. Changes in health and disease in Brazil and its States in the 30 years since the Unified Healthcare System (SUS) was created. *Cien Saude Colet*. 2018;23(6):1737-1750.
3. Kontis V, Bennett JE, Mathers CD, Li G, Foreman K, Ezzati M. Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble. *Lancet*. 2017;389(10076):1323-1335.
4. World Health Organization – WHO. Eastern Mediterranean Region Framework for health information systems and core indicators for monitoring the health situation and health system performance. Cairo: WHO Regional Office for the Eastern Mediterranean; 2016.
5. Gamage MWK, Hewage C, Pathirana KD. Associated factors for cognition of physically independent elderly people living in residential care facilities for the aged in Sri Lanka. *BMC Psychiatry*. 2019;19(1):10.
6. Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, Petersen RC. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. *Mayo Clin Proc*. 2011;86(9):876-84.
7. Petersen RC, Stevens JC, Ganguli M, Tangalos EG, Cummings JL, DeKosky ST. Practice parameter: early detection of dementia: mild cognitive impairment (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2001;56(9):1133-1142.
8. Gallucci NJ, Tamelini MG, Forlenza OV. Diagnóstico diferencial das demências. *Rev. Psiqu. Clín.* 2005;32 (3):119-130.
9. Parmera J, Nitrini R. Demências: da investigação ao diagnóstico. *Revista de Medicina*, 2015;94(3),179-184.
10. Prince M, Bryce R, Albanese E, Wimo A, Ribeiro W, Ferri CP. The global prevalence of dementia: a systematic review and metaanalysis. *Alzheimers Dement*. 2013;9(1):63-75.e2.
11. LoGiudice D. Dementia: an update to refresh your memory. *Intern Med J*. 2002;32(11):535-40.
12. Knopman DS, Boeve BF, Petersen RC. Essentials of the proper diagnoses of mild cognitive impairment, dementia, and major subtypes of dementia. *Mayo Clin Proc*. 2003;78(10):1290-1308.
13. Petersen RC, Roberts RO, Knopman DS, et al. Prevalence of mild cognitive impairment is higher in men: the Mayo Clinic Study of Aging. *Neurology*. 2010;75(10):889-897.

14. Cruz DT, Cruz FM, Ribeiro AL, Veiga CL, Leite ICG. Associação entre capacidade cognitiva e ocorrência de quedas em idosos. *Cad. Saúde Colet.* 2015;23(4):386-393.
15. Kearney FC, Harwood RH, Gladman JR, Lincoln N, Masud T. The relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older adults: a systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2013;36(1-2):20-35.
16. Salat DH, Tuch DS, Hevelone ND, Fischl B, Corkin S, Rosas HD, Dale AM. Age-related changes in prefrontal white matter measured by diffusion tensor imaging. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1064:37-49.
17. Park DC, Reuter-Lorenz P. The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annu Rev Psychol.* 2009;60:173-96.
18. Mather M. The emotion paradox in the aging brain. *Ann N Y Acad Sci.* 2012;1251:33-49.
19. Ogawa S, Lee TM, Kay AR, Tank DW. Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *Proc Natl Acad Sci* 1990;87:9868-72.
20. Busatto Filho G, Garrido GEJ, CID CG, Bottino CMC, Camargo CHP, Cheda CMD, Glabus MF, Alvarez AMM, Castro CC, Jacob-Filho W, Buchpiguel CA. Padrões de ativação cerebral em idosos sadios durante tarefa de memória verbal de reconhecimento: a single-photon emission computerized tomography study. *Rev. Bras. Psiquiatr.* 2001; 23(2):71-78.
21. Snell, R.S. *Neuroanatomia Clínica.* 7ª ed. Guanabara Koogan, 2011.
22. Hamacher D, Herold F, Wiegel P, Hamacher D, Schega L. Brain activity during walking: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev.* 2015;57:310-27.
23. Boushel R, Langberg H, Olesen J, Gonzales-Alonzo J, Bülow J, Kjaer M. Monitoring tissue oxygen availability with near infrared spectroscopy (NIRS) in health and disease. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11(4):213-22.
24. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatric Res.* 1975;12:189-198.
25. ACSM - American College of Sports Medicine. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
26. Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA.* 1989;262(17):2395-401.
27. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med.* 1986;314(10):605-13.
28. Cameron ID, Murray GR, Gillespie LD, Robertson MC, Hill KD, Cumming RG, Kerse N. Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010, 20;(1):CD005465.
29. Doi T, Makizako H, Shimada H, Park H, Tsutsumimoto K, Uemura K, Suzuki T. Brain activation during dual-task walking and executive function among older adults with mild cognitive impairment: a fNIRS study. *Aging Clin Exp Res.* 2013;25(5):539-44.

30. Beurskens R, Helmich I, Rein R, Bock O. Age-related changes in prefrontal activity during walking in dual-task situations: a fNIRS study. *Int J Psychophysiol.* 2014;92(3):122-8.
31. Mirelman A, Maidan I, Bernad-Elazari H, Shustack S, Giladi N, Hausdorff JM. Effects of aging on prefrontal brain activation during challenging walking conditions. *Brain Cogn.* 2017;115:41-46.
32. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci.* 2003;14(2):125-30.
33. Lustig C, Shah P, Seidler R, Reuter-Lorenz PA. Aging, training, and the brain: a review and future directions. *Neuropsychol Rev.* 2009;19(4):504-22.
34. Voss MW, Heo S, Prakash RS, Erickson KI, Alves H, Chaddock L, Szabo AN, Mailey EL, Wójcicki TR, White SM, Gothe N, McAuley E, Sutton BP, Kramer AF. The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: results of a one-year exercise intervention. *Hum Brain Mapp.* 2013;34(11):2972-85.
35. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Voss MW, Khan KM, Handy TC. Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging.* 2012;33(8):1690-8.
36. Voelcker-Rehage C, Godde B, Staudinger UM. Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Front Hum Neurosci.* 2011;5:26.
37. Yan JH, Zhou CL. Effects of motor practice on cognitive disorders in older adults. *Eur. Rev. Aging Phys. Act.* 2009;6(2):67-74.
38. Taylor ME, Ketels MM, Delbaere K, Lord SR, Mikolaizak AS, Close JCT. Gait impairment and falls in cognitively impaired older adults: an explanatory model of sensorimotor and neuropsychological mediators. *Age Ageing.* 2012;41(5):665-9.
39. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25 Suppl 3:1-72.
40. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980-2050 - Revisão 2008. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/>.
41. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano I. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr* 1994;52:1-7.
42. Associação Brasileira de Pesquisas Econômicas (ABEP). Critério de classificação econômica Brasil. [citado 10 jul 2007]. Disponível em <<http://www.abep.org>>.
43. Mungas D. In-office mental status testing: a practical guide. *Geriatrics.* 1991;46(7):54-8, 63, 66.
44. Lohman TG, Roche AF, Martorell R., Eds. Anthropometric standardization reference manual. Abridged ed., Champaign, IL.: Human Kinetics Press; 1991.

45. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):113-9.
46. Backman E, Johansson V, Häger B, Sjöblom P, Henriksson KG. Isometric muscle strength and muscular endurance in normal persons aged between 17 and 75-years. *Scand J Rehabil Med*. 1995;27:109-17.
47. Osness WH, Adrian M, Clark B, Hoeger W, Raab D, Wiswell R. Functional Fitness Assessment for Adults Over 60 Years. The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD). Association for Research, Administration, Professional Councils, and Societies. Council on Aging and Adult Development. 1990.
48. Greene LS, Willians HG, Macera CA, Carter JS. Identifying dimensions of physical (motor) functional capacity in healthy older adults. *J Aging Health*. 1993;5(2):163-78.
49. American Thoracic Society - ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
50. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336-41.

7. ANEXO

ANEXO A

QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

Perfil socioeconômico e demográfico de idosos independentes do município de Londrina/PR

IDENTIFICAÇÃO					
Nome: _____		Telefone: _____			
Sexo: (1) Masculino (2) Feminino	Idade: _____ anos.	Data de nascimento: ____/____/____			
Cor: () 1. branca () 2. preta () 3. parda () 4. amarela					
Nacionalidade: _____ Naturalidade: _____ Religião: _____					
RG: _____					
Situação legal conjugal: () 1. solteiro () 2. casado/vive com companheiro () 3. separado/divorciado () 4. viúvo					
Co-habitação atual: () 1. sozinho () 2. com cônjuge ou companheiro () 3. com filhos () 4. com outros familiares (não filhos) () 5. Acompanhante ou cuidador () 6. Outros: _____					
Quantas pessoas vivem na sua casa? _____ (contando com você)					
Tempo de residência em Londrina: _____ anos.					
Endereço residencial: _____					
Contato familiar: Nome: _____					
Grau de parentesco: _____		Telefone: _____			
Na sua casa quem é o chefe da família (responsável pelo sustento financeiro)? _____					
Qual é a profissão do chefe? _____					
Ocupação atual do chefe da família? _____					
CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Quantas TELEVISÕES A CORES têm na sua casa?	0	1	2	3	4
Quantos RÁDIOS têm na sua casa?	0	1	2	3	4
Quantos BANHEIROS têm na sua casa?	0	4	5	6	7
Quantos AUTOMÓVEIS sua família têm?	0	4	7	9	9
Na sua casa trabalha EMPREGADA MENSALISTA?	0	3	4	4	4
Quantas MÁQUINAS DE LAVAR têm na sua casa?	0	2	2	2	2
Quantos VIDEOSCASSETE e/ou DVDs têm na sua casa?	0	2	2	2	2
Quantas GELADEIRAS têm na sua casa?	0	4	4	4	4
Na sua casa tem FREEZER? (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2
GRAU DE INSTRUÇÃO DO CHEFE DA FAMÍLIA - Até que série o chefe da sua família estudou?					
Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / até 3ª série fundamental			0	
Primário completo / Ginásial	Até 4ª série fundamental			1	

incompleto		
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8
TOTAL DE PONTOS:		
CLASSES:		
A1= 42-43	A2= 35-41	B1 29-34
B2=23-28	C1=18-22	C2=14-17
D=8-13	E=0-7	
DADOS SOCIAIS		
Você sai de casa? (1) Sim (2) Não		Frequência:
Quais lugares costuma frequentar?		
Quais atividades têm como lazer ou passa-tempo? <input type="checkbox"/> assiste TV <input type="checkbox"/> leitura <input type="checkbox"/> ouvir música/rádio <input type="checkbox"/> jogos (baralho, xadrez, dominó) <input type="checkbox"/> trabalhos manuais <input type="checkbox"/> pescaria <input type="checkbox"/> tocar instrumentos <input type="checkbox"/> dança <input type="checkbox"/> palavras-cruzadas <input type="checkbox"/> animais de estimação <input type="checkbox"/> passeio com os amigos/família <input type="checkbox"/> participa de grupo de idosos <input type="checkbox"/> participa de grupo religioso <input type="checkbox"/> frequenta clube ou associação recreativa <input type="checkbox"/> realiza trabalhos comunitários ou associação de bairro <input type="checkbox"/> outras: _____		
Você usufrui de algum dos seguintes benefícios sociais ou direitos?		
(1) Vacinas especiais	(2) Passe livre	(3) Recebe BPC: Benefício de Prestação Continuada
(4) Medicamentos especiais	(5) Transporte	
O Sr./Sra é aposentado? (1) Sim (2) Não Caso seja aposentado, aposentou-se por: (1) tempo de serviço (2) invalidez (3) idade (4) especial Há quanto tempo (anos) _____ Principal ocupação (ou profissão) anterior: _____		
O Sr./Sra trabalha atualmente (profissionalmente)? (1) Sim (2) Não Se sim, por quantas horas e quantos dias por semana? _____ hs e _____ dias/sem. Qual sua ocupação (ou profissão) atual? _____		
Qual é a sua renda mensal ? R\$ _____ reais. (1) sem renda (2) até 02 salários (3) > 2 a 4 salários (4) + de 4 salários		
Qual é a origem da sua renda? <input type="checkbox"/> aposentadoria <input type="checkbox"/> pensão <input type="checkbox"/> trabalho remunerado <input type="checkbox"/> auxílio doença <input type="checkbox"/> benefício de prestação continuada – BPC <input type="checkbox"/> é sustentado pelo cônjuge <input type="checkbox"/> é sustentado por familiares <input type="checkbox"/> é sustentado por amigos <input type="checkbox"/> outras: _____		
O Sr./Sra é responsável pelo seu sustento e da família? (1) Sim (2) Não		
O Sr./Sra contribui com o orçamento da família (presta ajuda financeira)? (1) Sim (2) Não		
No seu entender, de acordo com sua situação econômica atual, de que forma o(a) senhor(a) avalia suas necessidades básicas (<i>alimentação, moradia, saúde, etc...</i>)? (1) Muito boa (2) Boa (3) Regular (4) Ruim (5) Péssima		
Escolaridade do idoso (1) Analfabeto (2) Sabe ler/escrever informal (3) Alfabetizado: _____ anos de estudo (1-4a; 5-8a; 9-12a; 13 ou mais)		

Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / até 3ª série fundamental	
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª série fundamental	
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo (8 anos)	
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo (11 anos)	
Superior completo	Superior completo	

Assistência à saúde: (1) SUS (2) Plano de Saúde (3) Particular

O Sr./Sra fica sozinho(a) a maior parte do dia? (1) Sim (2) Não

O Sr./Sra tem alguém responsável em cuidar do Sr(a)? (1) Sim (2) Não

Se "sim", quem é seu principal cuidador? _____

Outras pessoas ajudam? _____

Se "não", quem poderia cuidar do Sr(a) caso precisasse? _____

Qual(is) o(s) principal(is) motivo(s) que faz o Sr.(a) necessitar de cuidados? _____

Se tem um cuidador principal ele é:

(1) Cuidador informal familiar

(2) Cuidador informal, mas não é familiar

(3) Cuidador formal: profissional da área da saúde

O idoso é acamado? (1) Sim (2) Não

Se "sim", há quanto tempo? _____

Por qual(is) razão? _____

8 APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa intitulada “Idosos fisicamente independentes do município de Londrina/Pr” (de acordo com a Resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____,
RG nº _____ livremente, consinto em participar da pesquisa “Idosos fisicamente independentes do município de Londrina/Pr” sob responsabilidade do professor _____, docente da Universidade do Paraná, localizada à Av. Paris, 675, Jardim Piza, Londrina/PR.

Objetivo da pesquisa:

Este estudo pretende de idosos independentes do município de Londrina/PR,.

Procedimentos que serão necessários:

A pesquisa será conduzida da seguinte maneira:

- a) inicialmente será realizada uma entrevista estruturada com o objetivo de obter informações sobre perfil sociodemográfico, capacidade cognitiva, uso de medicamentos, consumo alimentar entre outros;
- b) será necessário coletar uma pequena quantidade de sangue em jejum para realizar exames de sangue;

Esclarecemos que o risco decorrente da sua participação é o mesmo de procedimentos rotineiros de coleta de sangue, ou seja, não haverá nenhum risco porque será utilizado material descartável e as pessoas são totalmente treinadas para realizar esta tarefa.

c) será realizado um exame físico, denominado de bioimpedância, que tem por objetivo medir a massa gorda e magra. Será necessário estar de jejum por pelo menos 5 horas. E também não há nenhum risco a sua saúde.

d) será necessário coletar urina de 24 horas. O recipiente será fornecido pelos pesquisadores e esses orientarão o procedimento de coleta que será realizado em sua residência. Não há nenhum risco a sua saúde durante a coleta.

e) serão necessários aferir o peso, a altura, circunferências do braço, panturrilha, cintura. Estes procedimentos não causam nenhum dano físico e nem mental.

f) Será necessário submeter-se a alguns testes físicos para avaliar a capacidade funcional, de exercício e atividade física diária. Estes procedimentos não causam nenhum dano físico e nem mental.

Privacidade:

Os dados individualizados serão confidenciais. Os resultados coletivos serão divulgados apenas em eventos e revistas meios científicos e não é possível a sua identificação.

Benefícios:

As informações obtidas nesta pesquisa poderão ser úteis cientificamente e de ajuda para todos, porém não receberei nenhuma compensação financeira por participar deste estudo.

Riscos:

Não haverá nenhum risco para a minha integridade física, mental ou moral por participar desta pesquisa.

Desistência:

Poderei desistir a qualquer momento deste estudo, sem qualquer consequência para mim.

O(a) senhor(a) tem o direito de pedir outros esclarecimentos sobre a pesquisa que considerar necessário e de se recusar a participar ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

Contato com os pesquisadores:

Caso haja necessidade de esclarecimento de dúvidas ou reclamações ligue para o Centro de Pesquisa em Saúde da UNOPAR, (43) 3371-7132, nos seguintes horários: 8h:00min. às 12h:00min e das 14h:00min às 17h:00min.

Declaro estar ciente das informações deste termo de consentimento livre e esclarecido e concordo em participar desta pesquisa.

Assinatura do entrevistado

APÊNDICE B

Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética

Parecer de aprovação do comitê de ética em pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO

PROTÓCOLO: PP 0070/09
RESPONSÁVEL: Vanessa Suziane Probst
CATEGORIA DE PROJETO: Pesquisa

O Comitê de Ética em Pesquisa da Unopar analisou e **APROVOU** quanto ao aspecto ético o projeto "Estudo Epidemiológico dos fatores sócio-demográficos e indicadores das condições de saúde de idosos do município de Londrina-PR."
O projeto somente poderá ser iniciado após a apresentação da carta de autorização da Secretaria da Saúde.

O CEP/UNOPAR estabelece:

- a) O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- b) O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP/UNOPAR (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeram ação imediata.
- c) O CEP/UNOPAR deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alteram o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP/UNOPAR junto com seu posicionamento.
- d) Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP/UNOPAR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.
- e) Semestralmente devem ser encaminhados relatórios parciais e ao término do projeto o relatório final.

Londrina, 28 de abril de 2009.

Prof. Dr. Hélio Hiroshi Sugimoto
Presidente do C.E.P. UNOPAR