



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

JOSILAYNE PATRICIA RAMOS CARVALHO

**TREINAMENTO RESISTIDO EM DUPLA TAREFA: ESTUDO PILOTO DE UM
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO COM PESSOAS IDOSAS COM DIABETES
MELLITUS TIPO 2**

BELÉM-PA
2025



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

JOSILAYNE PATRICIA RAMOS CARVALHO

**TREINAMENTO RESISTIDO EM DUPLA TAREFA: ESTUDO PILOTO DE UM
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO COM PESSOAS IDOSAS COM DIABETES
MELLITUS TIPO 2**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH, linha de pesquisa Avaliação e Reabilitação Funcional, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

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

BELÉM-PA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C331t Carvalho, Josilayne Patricia Ramos.
 Treinamento resistido em dupla tarefa: estudo piloto de um
 ensaio clínico randomizado com pessoas idosas com Diabetes
 Mellitus tipo 2 / Josilayne Patricia Ramos Carvalho. — 2025.
 125 f. : il. color.

 Orientador(a): Prof^ª. Dra. Natáli Valim Oliver Bento-torres
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
 Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
 Ciências do Movimento Humano, Belém, 2025.

 1. envelhecimento saudável. 2. funcionalidade. 3.
 reabilitação. 4. estilo de vida sedentário. 5. controle glicêmico.
 I. Título.

CDD 613.70446

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Edson Carvalho, *in memoriam*, e Josilene Ramos, por me ensinarem, desde o início, o poder transformador do estudo e a coragem para sonhar e lutar. E ao meu filho, João Lucca, cuja existência ilumina meus dias e me inspira a construir um futuro repleto de significado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida, pela força concedida nos momentos de dificuldade e pela sabedoria que guiou cada uma das minhas decisões. A Ele, minha eterna gratidão. Ao meu filho, João Lucca, razão da minha vida e fonte inesgotável de inspiração. Cada passo dado nesta jornada foi pensando em construir um futuro melhor para você. Seu sorriso e sua existência me deram forças para seguir em frente mesmo quando as circunstâncias eram desafiadoras. Você é, e sempre será, meu maior motivo para nunca desistir. Ao meu noivo, Mário Bessa, pelo amor incondicional, paciência e por ser o meu maior apoio. Sua presença foi essencial em todos os momentos, principalmente quando a exaustão e as dúvidas surgiam. Obrigada por me impulsionar, por me acolher e por acreditar em mim mesmo quando eu não conseguia.

Ao meu pai, Edson Carvalho, por cada orientação, cada incentivo e por fazer o possível e o impossível para que eu tivesse uma boa educação, mesmo com as dificuldades financeiras, nunca deixou faltar um curso, um livro, nem atenção e amor. Nós conseguimos! À minha mãe, Josilene Ramos, pelo apoio incondicional e pela força que me ensinou desde cedo a ter. À minha sogra, Eliane Lima, e suas irmãs e irmãos, pelo cuidado e carinho com meu filho. À Girlene e sua família, ao meu irmão Edson Júnior e sua noiva Carla Cristina, e às queridas Juliana e Rafaela Ribeiro, por cuidarem do João Lucca com tanto amor e dedicação, permitindo que eu seguisse segura e tranquila para cumprir meus compromissos acadêmicos e profissionais. Cada gesto de vocês foi essencial para que esta etapa se concretizasse.

À Professora Natáli, minha orientadora, que foi muito mais do que uma mentora acadêmica. Sua empatia, paciência e dedicação fizeram toda a diferença nesta trajetória, e a transformaram em uma amiga a quem sempre serei grata. Obrigada por acreditar no meu potencial e por caminhar ao meu lado em todos os momentos, tornando esta jornada muito mais leve e enriquecedora. À equipe que esteve comigo na execução do projeto: Renan Wallace, Aline Assunção, Gabriel Oliveira, Jessyca Takase, Ingrid Gesta, Maria Juliana, Bruna Vale, Thaís Melo, Layce Bianca e Oelgnandes Júnior. A parceria, a dedicação e o trabalho conjunto de cada um de vocês foram essenciais para a realização deste estudo.

Expresso minha mais profunda gratidão aos voluntários que participaram desta pesquisa, cuja dedicação, compromisso e acolhimento foram essenciais para a realização deste

trabalho. Sua generosidade em compartilhar tempo e esforço com entusiasmo e gentileza deixou um impacto inestimável em cada etapa do estudo.

Ao Laboratório de Investigação em Neurodegeneração e Infecção da UFPA, que me acolheu desde a iniciação científica, proporcionando não apenas um espaço de aprendizado e crescimento, mas também amizades que levarei para a vida. Aos professores e à coordenação, pela orientação técnica e científica, e aos amigos do laboratório, pelo apoio, pelo companheirismo e por tornarem cada etapa mais leve e produtiva. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFPA, aos professores e à coordenação, com um agradecimento especial ao professor Alex Crispy, cuja paciência, dedicação e habilidade técnica na orientação das análises estatísticas foram fundamentais para a qualidade e robustez deste trabalho. Sua disposição em ajudar e compartilhar conhecimento foi inestimável para o sucesso desta pesquisa.

À CAPES, pelo suporte financeiro por meio da bolsa de estudos, que me permitiu dedicar tempo e esforço a esta pesquisa com tranquilidade. A UFPA, com seus programas de cotas, que me permitiram ter uma concorrência justa em relação ao sistema de ensino da rede pública, que me permitiram ingressar na universidade, os apoios estudantis, que me permitiram permanecer e concluir esse percurso de graduação, residência e mestrado. Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão. Sem o apoio, a compreensão e a generosidade de cada um de vocês, esta conquista não seria possível.

RESUMO

Introdução: O processo de envelhecimento está associado à inflamação sistêmica crônica subclínica (*inflammaging*), tornando as pessoas idosas mais suscetíveis ao *diabetes mellitus* tipo 2 (DM2), e quando associado a um estilo de vida sedentário, esse risco se torna mais elevado. Do mesmo modo, a atrofia cerebral cortical e subcortical tem sido associada ao DM2 e as regiões cerebrais que mais sofrem influência da resistência à insulina são o hipotálamo e o hipocampo, áreas diretamente relacionadas ao desenvolvimento de declínios cognitivos e demências. Esses efeitos podem ser observados desde os estágios iniciais da disfunção glicêmica, de forma independente da presença ou ausência das complicações micro ou macrovasculares, enquanto o exercício físico regular se contrapõe a esse efeito, preservando o volume cerebral. Assim, a prática de exercícios físicos se torna essencial para o envelhecimento saudável, manutenção da capacidade intrínseca e habilidade funcional e, em particular, para a prevenção do declínio cognitivo relacionado à idade e agravamento clínico do DM2. Evidências recentes têm demonstrado que a tarefa cognitiva simultânea e o exercício (dupla tarefa) aumentam a função cognitiva em pessoas idosas saudáveis. No entanto, os benefícios dessa abordagem, especialmente quando associada ao exercício resistido, permanecem subexplorados na população com DM2. **Objetivo:** Conduzir estudo piloto de um ensaio clínico randomizado, controlado e cego simples, avaliando a influência de um protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa (ER-DT) sobre o desempenho cognitivo, controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional de pessoas idosas com DM2, em comparação aos impactos do exercício resistido praticado de modo isolado (ER) e aos cuidados habituais (Grupo controle - CON). **Metodologia:** Trata-se de um ensaio clínico piloto randomizado, controlado e simples-cego. Quinze participantes (idade média: $67,67 \pm 5,84$ anos) foram randomizados em três grupos: ER-DT (n=5), ER (n=5) e CON (n=5). As intervenções duraram 12 semanas, com 3 sessões semanais de 60 minutos. As análises foram conduzidas por intenção de tratar e empregaram modelos lineares mistos com técnica de bootstrap para maior robustez estatística. A variável de interesse primária é o desempenho cognitivo e as secundárias a capacidade funcional e o controle glicêmico de pessoas idosas com DM 2. **Resultados e Discussão:** A função cognitiva, avaliada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), apresentou melhora significativa no grupo ER ($\Delta = 1,62$; IC 95% [0,10; 3,22]; $p = 0,004$) e redução no grupo controle ($\Delta = -2,26$; IC 95% [-3,80; -0,64]). O desempenho no Teste de Trilhas A melhorou significativamente no grupo ER-DT ($\Delta = -5,80$ segundos; IC 95% [-8,90; -2,70]; $p = 0,003$), indicando aumento na velocidade de processamento. No Teste de Fluência Verbal, o grupo ER-DT evocou maior número de palavras ($\Delta = 3,42$ palavras; IC 95% [1,10; 5,50]; $p = 0,008$), sugerindo melhora na função executiva e

memória semântica. O tempo de resposta no Teste Flanker foi significativamente maior no grupo controle ($\Delta = 86,16$ ms; IC 95% [21,2; 147,0]; $p = 0,006$). Na análise dos parâmetros metabólicos, a circunferência da cintura aumentou significativamente no grupo controle ($\Delta = 9,70$ cm; IC 95% [7,20; 12,20]; $p < 0,001$), enquanto não houve variação significativa nos grupos ER e ER-DT. Não foram observadas diferenças significativas para a HbA1c ($p = 0,213$). **Conclusão:** Os resultados deste estudo piloto fornecem evidências iniciais sobre os efeitos do programa de intervenção ER-DT no desempenho cognitivo, perfil inflamatório e controle glicêmico em pessoas idosas com DM2. O estudo piloto também assegura a segurança da intervenção e a adesão dos participantes. Apesar das limitações metodológicas, os achados destacam tendências promissoras, segurança e viabilidade que justificam a continuidade da investigação.

Palavras-chave: envelhecimento saudável; funcionalidade; reabilitação; estilo de vida sedentário; controle glicêmico; resistência a insulina; inflamação sistêmica; estímulo cognitivo; declínio cognitivo; desempenho cognitivo; ensaio clínico controlado.

ABSTRACT

Introduction: The aging process is associated with chronic subclinical systemic inflammation (inflammaging), making older adults more susceptible to type 2 diabetes mellitus (T2DM), and when combined with a sedentary lifestyle, this risk becomes even higher. Similarly, cortical and subcortical brain atrophy has been associated with T2DM, and the brain regions most influenced by insulin resistance are the hypothalamus and the hippocampus—areas directly related to the development of cognitive declines and dementias. These effects can be observed from the earliest stages of glycemic dysfunction, independent of the presence or absence of micro- or macrovascular complications, whereas regular physical exercise counteracts this effect by preserving brain volume. Thus, the practice of physical exercise is essential for healthy aging, the maintenance of intrinsic capacity and functional ability, and particularly for preventing age-related cognitive decline and the clinical worsening of T2DM. Recent evidence has shown that simultaneous cognitive tasks and exercise (dual-task) improve cognitive function in healthy older adults. However, the benefits of this approach, especially when associated with resistance exercise, remain underexplored in the T2DM population. **Objective:** To conduct a pilot study of a single-blind, randomized, controlled trial evaluating the influence of a dual-task resistance exercise (ER-DT) intervention protocol on the cognitive performance, functional capacity, and glycemic control of older adults with type 2 diabetes mellitus, compared to the impacts of resistance exercise performed in isolation (ER) and usual care (Control Group). **Methodology:** This was a single-blind, randomized, controlled pilot trial. Fifteen participants (mean age: 67.67 ± 5.84 years) were randomly assigned to three groups: ER-DT (n=5), ER (n=5), and CON (n=5). The interventions lasted for 12 weeks, with three weekly 60-minute sessions. Data analyses followed the intention-to-treat principle and used mixed linear models with bootstrap techniques for greater statistical). The primary outcome of interest was cognitive performance, and secondary outcomes included functional capacity and glycemic control in older adults with T2DM. **Results and Discussion:** Cognitive function, assessed by the Mini-Mental State Examination (MMSE), showed significant improvement in the ER group ($\Delta = 1.62$; 95% CI [0.10; 3.22]; $p = 0.004$) and a decline in the control group ($\Delta = -2.26$; 95% CI [-3.80; -0.64]). Performance on the Trail Making Test A significantly improved in the ER-DT group ($\Delta = -5.80$ seconds; 95% CI [-8.90; -2.70]; $p = 0.003$), indicating increased processing speed. In the Verbal Fluency Test, the ER-DT group recalled a greater number of words ($\Delta = 3.42$ words; 95% CI [1.10; 5.50]; $p = 0.008$), suggesting improvements in executive function and semantic memory. Reaction time in the Flanker Test was significantly longer in the control group ($\Delta = 86.16$ ms; 95% CI [21.2; 147.0]; $p = 0.006$). Regarding metabolic

parameters, waist circumference significantly increased in the control group ($\Delta = 9.70$ cm; 95% CI [7.20; 12.20]; $p < 0.001$), while no significant changes were observed in the ER and ER-DT groups. No significant differences were observed in HbA1c ($p = 0.213$). **Conclusion:** The results of this pilot study provide initial evidence regarding the impact of the ER-DT protocol on cognitive performance, inflammatory profile, and glycemic control in older adults with T2DM. The pilot study also ensures the safety of the intervention and participant adherence. Despite methodological limitations, the findings highlight promising trends, as well as safety and feasibility, which justify further investigation.

Keywords: healthy aging; functionality; rehabilitation; sedentary lifestyle; glycemic control; insulin resistance; systemic inflammation; cognitive stimulation; cognitive decline; cognitive performance; controlled clinical trial.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho do estudo	26
Quadro 1 - Complicações microvasculares do DM e restrições para o exercício.....	28
Figura 2 - Etapas da coleta de dados	31
Figura 3 - Escala Subjetiva de Esforço de OMNI-RES	52
Fluxograma 1 - Fluxograma dos participantes da pesquisa.....	56
Figura 4 - Pontuação nos testes cognitivos antes e após a intervenção	60
Figura 5 - Resultado dos parâmetros clínicos antes e após a intervenção	66
Figura 6 - Desempenho funcional antes e após a intervenção	70
Figura 7 - Variação da Glicemia Capilar Pré e Pós-Exercício em 36 Sessões	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.....	38
Tabela 2 - Características Sociodemográficas e clínicas da amostra.....	57
Tabela 3 - Análise do desempenho cognitivo por grupo e tempo.....	61
Tabela 4 - Análise das variáveis clínicas por grupo e tempo.....	67
Tabela 5 - Análise do desempenho físico por grupo e tempo.....	72

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 O Envelhecimento Populacional e o Declínio Cognitivo associado à idade.....	14
2.2... Fatores de Risco Modificáveis e a Progressão do Declínio Cognitivo Relacionado a Idade	15
2.3 Impacto do Diabetes Mellitus tipo 2 no Declínio Cognitivo	16
2.4 Benefícios do Exercício Físico e Estratégias de Intervenção.....	18
2.5 Parâmetros do Exercício Físico no Protocolo de Treinamento de Força Muscular	21
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4 METODOLOGIA	23
4.1 Desenho do Estudo	23
4.2 Participantes	25
4.3 Randomização e Cegamento	27
4.4 Desfechos	28
4.5 Aspectos éticos	28
4.6 Coleta de dados.....	28
4.6.1Avaliação inicial e triagem dos critérios de inclusão na pesquisa	Error! Bookmark not defined.
4.6.2Avaliação do Desempenho Cognitivo	Error! Bookmark not defined.
4.6.3Avaliação de Sinais Vitais, antropometria e Capacidade Funcional...	Error! Bookmark not defined.
4.6.4 Avaliação Bioquímica	Error! Bookmark not defined.
4.7 Protocolo de intervenção	37
4.7.1 Protocolo de Estimulação Cognitiva	Error! Bookmark not defined.
4.7.2 Protocolo de Exercício Físico Resistido	Error! Bookmark not defined.
4.7.3 Grupo Controle.....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Análise dos dados	51
5 RESULTADOS	54
5.1 Desempenho Cognitivo.....	56
5.2 Variáveis Clínicas	63
5.3 Desempenho Funcional	67
5.4 Comportamento Glicêmico	72
5.5 Aderência e Eventos Adversos	73
6 DISCUSSÃO.....	75

7 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	102
ANEXO I – FOLHA DE ROSTO PLATAFORMA BRASIL	104
ANEXO II – REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS	109
ANEXO III - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA.....	110
ANEXO IV – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL	111
ANEXO V - INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE	112
ANEXO VI – TESTE DE TRILHAS A.....	115
ANEXO VII – TESTE DE TRILHAS B	117
ANEXO VIII – TESTE DE FLANKER.....	118
ANEXO IX – TESTE DE CORSI BLOCK.....	119
ANEXO X – SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB).....	120
ANEXO IX – TABELA SUPLEMENTAR 1	123

1 INTRODUÇÃO

O aumento expressivo da população idosa é uma realidade em diversos países, incluindo o Brasil. Esta mudança demográfica traz consigo desafios para a saúde pública, particularmente no que diz respeito ao cuidado das pessoas com doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como o diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (Reis *et al.*, 2022). O DM2 é uma condição prevalente entre as pessoas idosas e está associado a elevação do risco de comprometimento cognitivo, o que pode impactar diretamente a autonomia e a qualidade de vida dessa população (Ortiz *et al.*, 2022).

O DM2 caracteriza-se por um estado crônico de resistência à insulina e comprometimento progressivo das células beta pancreáticas, o que resulta em hiperglicemia persistente. Este quadro é exacerbado pelo aumento de produtos finais de glicação avançada (AGEs), moléculas que aceleram o estresse oxidativo e promovem danos teciduais e pela inflamação sistêmica. Essas alterações são intrinsecamente ligadas ao agravamento de disfunções cognitivas em pessoas idosas com DM2, conforme regiões como o hipocampo e o córtex pré-frontal são afetadas pela neuroinflamação, neurodegeneração e redução da neuroplasticidade. Tais mecanismos não apenas contribuem para o declínio cognitivo, mas também criam um ambiente bioquímico propício ao desenvolvimento de demências e disfunções neuropsicológicas (Aderinto *et al.*, 2023).

Além disso, o DM2 afeta amplamente o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, criando um ciclo de retroalimentação que compromete o controle glicêmico. A resistência à insulina limita a captação de glicose pelas células musculares e adiposas, levando ao aumento compensatório na produção de insulina pelo pâncreas. Com o tempo, a função das células beta pancreáticas declina, agravando ainda mais o quadro hiperglicêmico. Além disso, a disfunção mitocondrial observada em indivíduos com DM2 compromete a geração eficiente de Adenosina Trifosfato (ATP), resultando em menor capacidade energética, o que não apenas impacta o controle glicêmico, mas também afeta funções críticas do sistema nervoso central, como as funções cognitivas (DeFronzo *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o exercício físico, inclusive o exercício resistido, tem sido estudado como uma intervenção promissora para mitigar os efeitos do envelhecimento e da DM2 (Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023; Silva Junior *et al.*, 2022). Além disso, o exercício em dupla tarefa pode promover benefícios adicionais no treinamento de pessoas idosas (Ye *et al.*, 2024). Contudo, as evidências sobre os benefícios cognitivos específicos do exercício resistido

em pessoas idosas com DM2, particularmente quando realizado em dupla tarefa, ainda são escassas devido a pequena quantidade de estudos e muitas vezes inconclusivas devido a variabilidade dos parâmetros do treinamento (Cooke *et al.*, 2020).

Neste cenário, foi formulada a pergunta de pesquisa “O exercício resistido associando a estimulação cognitiva em dupla tarefa pode trazer benefícios cognitivos, físicos e funcionais adicionais aos do exercício físico isolado?”. Para responder esse questionamento, o objetivo deste estudo foi realizar um programa de exercícios resistidos associado à estimulação cognitiva simultânea (Grupo ER-DT) e, em estudo piloto, propomos investigar os seus efeitos no desempenho cognitivo, capacidade funcional e controle glicêmico de pessoas idosas com DM2 comparado ao Exercício Resistido isolado (Grupo ER) e aos cuidados habituais (Grupo controle). A hipótese principal é que o treinamento resistido em dupla tarefa pode oferecer benefícios adicionais aos do exercício resistido isolado para a saúde cognitiva e geral de pessoas idosas com DM2. A realização de um estudo piloto foi desenhada para testar o protocolo e realizar os ajustes metodológicos que se mostrassem necessários para a realização da investigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O envelhecimento populacional e o declínio cognitivo associado à idade

Os avanços científicos e tecnológicos na área da saúde têm aumentado a expectativa de vida e melhorado sua qualidade, resultando em um crescimento significativo da população idosa no mundo. Esse fenômeno é particularmente preocupante em países de baixa e média rendas, como os da Ásia, América Latina e Caribe, que concentrarão 80% da população com 65 anos ou mais em 2050 (Dogra *et al.*, 2022).

No Brasil, seguindo a tendência mundial, o segmento populacional com idade de 60 anos ou mais é o que mais tem aumentado. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), entre 2015 e 2050, a proporção da população mundial com mais de 60 anos quase dobrará de 12% para 22% (World Health Organization, 2024). A transição demográfica no Brasil tem ocorrido em um curto período, saltando de 19,6 milhões em 2010 para 32,1 milhões em 2022 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024b) (Bento-Torres *et al.*, 2017; Tomás *et al.*, 2023), podendo chegar a 41,5 milhões em 2030 e 73,5 milhões em 2060 (Ervatti *et al.*, 2015).

Essa transição epidemiológica que enfrentamos é caracterizada por um perfil de morbidade e de mortalidade, no qual há elevação das mortes por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Dentre as DCNT se destacam aquelas que conduzem ao declínio cognitivo e à demência: o número de pessoas vivendo com demência atualmente é de 55 milhões, com a projeção de que ultrapassará 139 milhões até 2050 (Alzheimer's Disease International, 2024). Esse crescimento das doenças associadas ao declínio cognitivo na população de pessoas idosas terá seus impactos econômicos agravados em todas as escalas – individual, familiar e global (Corbett *et al.*, 2018; Niotis *et al.*, 2022).

A manutenção das funções cognitivas, que declinam durante o envelhecimento, é essencial para a sustentabilidade da habilidade funcional e participação social das populações idosas (Década do Envelhecimento Saudável, 2022; Seblova; Berggren; Lövdén, 2020). De fato, as doenças neurodegenerativas que afetam o desempenho cognitivo no envelhecimento, quando se agravam, comprometem a autonomia para realização das atividades da vida diária, ampliando os custos anuais para assistência às pessoas idosas com demência em cerca de cinco vezes, quando comparados com pessoas idosas saudáveis (Aranda *et al.*, 2021; Maresova *et al.*, 2020). Por conta disso, há, em muitos países, um crescente interesse na prevenção do declínio cognitivo associado à idade e na redução do risco de doenças neurológicas relacionadas à idade (Lipnicki *et al.*, 2019). As disfunções neuropsicológicas associadas ao envelhecimento e doenças crônicas, como o DM2, envolvem alterações em múltiplas escalas. Ao nível molecular,

a resistência à insulina e a inflamação crônica levam à neurodegeneração devido ao mau envelhecimento e agregação de proteínas, como a beta-amiloide e tau fosforilada, associadas ao desenvolvimento de doenças como a Doença de Alzheimer (Alfonsetti; d'Angelo; Castelli, 2022). Ao nível celular, essa neuroinflamação e o estresse oxidativo resultam em danos neuronais, diminuição da neuroplasticidade e perda sináptica, afetando diretamente as funções cognitivas (Everly *et al.*, 2023; Giustina *et al.*, 2023).

No sistema nervoso, esses fatores contribuem para a redução de volume em áreas críticas como o hipocampo e o córtex pré-frontal, comprometendo a função executiva e a memória de trabalho (Perus *et al.*, 2022). Em termos comportamentais, essas alterações manifestam-se como declínio cognitivo progressivo, redução da capacidade funcional e maior susceptibilidade a transtornos mentais, como depressão e ansiedade (Tung *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2021).

2.2 Fatores de risco modificáveis e a progressão do declínio cognitivo relacionado a idade

Os declínios funcionais ao longo do envelhecimento são heterogêneos. O envelhecimento está associado a mudanças cerebrais multifatoriais (Turrini *et al.*, 2023) que induzem declínio cognitivo (Yang *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2023), comprometendo alguns aspectos da memória (Kaushik; Kaushik; Parvez, 2022; Sander; Fandakova; Werkle-Bergner, 2021), atenção (Vallesi *et al.*, 2021), linguagem (Diaz *et al.*, 2019; Hoffman; Morcom, 2018), funções executivas (Nguyen; Murphy; Andrews, 2019) e velocidade de processamento de informação (Zhao *et al.*, 2021). Esse comprometimento funcional pode ser agravado ou melhorado dependendo de fatores genéticos (Maiese, 2021; Papenberg; Lindenberger; Bäckman, 2015), epigenéticos (Bellver-Sanchis; Pallàs; Griñán-Ferré, 2021; Spiegel; Sewal; Rapp, 2014; Zocher; Toda, 2023) e ambientais (Harsányiová; Prokop, 2018; Macedo *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2014) que precisam ser conhecidos em detalhes para orientar políticas públicas relacionadas. Embora muitas pessoas idosas permaneçam saudáveis e funcionalmente independentes, existem diferenças individuais significativas e muitos perdem sua autonomia (Cohen; Marsiske; Smith, 2019).

Vários fatores de risco modificáveis, como a baixa escolaridade (Bento-Torres *et al.*, 2017; De Azeredo Passos *et al.*, 2015), inatividade física (Huang *et al.*, 2020) e o isolamento social (Sachdev, 2022) estão relacionados com o declínio cognitivo em pessoas idosas. Além desses, o tabagismo (Padula; Durazzo, 2022), o excesso no consumo de álcool (Grønkjær *et al.*, 2019), a obesidade (Morys *et al.*, 2023; Tabassum; Misrani; Yang, 2020), o colesterol elevado

na meia idade (Saher, 2023; Sanjana *et al.*, 2021), a hipertensão arterial sistêmica (De Montgolfier; Thorin-Trescases; Thorin, 2020; Iadecola; Gottesman, 2019; Iulita; Girouard, 2016) e o DM2 (Beeri *et al.*, 2018; Mayeda *et al.*, 2014; Obidi *et al.*, 2008; Ortiz *et al.*, 2022), de forma isolada ou combinada, agravam a disfunção endotelial e o cenário inflamatório crônico, em torno das quais alterações moleculares subjacentes ao envelhecimento se instalam (Pacinella; Ciaccio; Tuttolomondo, 2022; Peters *et al.*, 2019). Por outro lado, a estimulação cognitiva isolada (Macedo *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2014) ou combinada ao exercício físico em dupla tarefa parece melhorar o desempenho cognitivo em pessoas idosas (Ali *et al.*, 2022; Da Silva *et al.*, 2022; Jardim *et al.*, 2021; Ye *et al.*, 2024).

Ao lado desse cenário de deslocamento demográfico e ao aumento de doenças crônicas, há a expectativa de que a intervenção em fatores de risco modificáveis possa melhorar o desempenho cognitivo, a capacidade funcional e a qualidade de vida das pessoas idosas com DM2, com ou sem doenças neurodegenerativas associadas (Nowell *et al.*, 2023). Por exemplo, o controle glicêmico em pessoas com DM2 está associado a efeitos significativos sobre as funções do lobo temporal e pré-frontal associadas à memória de trabalho, alterando a dinâmica de ativação dessas regiões cerebrais (Embury *et al.*, 2023). A atividade física por sua vez tem sido associada ao melhor controle glicêmico e com a menor progressão do declínio cognitivo associado à idade em pacientes com DM2 (Rabinowitz *et al.*, 2023; Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023). Em linha com essas observações, os efeitos da redução do número de fatores de risco em pacientes com DM2 demonstrou melhora do desempenho em testes de velocidade de processamento, de funções executivas e menor risco de demência (Van Gennip *et al.*, 2021). Diante da indisponibilidade de tratamentos para enfrentar o declínio cognitivo patológico (que eventualmente se agrava levando a demência), os esforços têm se voltado para ações preventivas centradas nos fatores de risco modificáveis (Lipnicki *et al.*, 2019), sendo esse um dos objetivos do presente trabalho.

2.3 Impacto do diabetes mellitus tipo 2 no declínio cognitivo

A prevalência de *diabetes* em todo o mundo está aumentando rapidamente, com estimativas sugerindo um aumento de 536,6 milhões de adultos (20 a 79 anos) em 2021 para 783,2 milhões em 2045 (International Diabetes Federation, 2021). O DM2 é a terceira principal causa de aumento de anos de vida ajustados por incapacidade (DALY)¹ entre indivíduos com

¹ Um DALY representa a perda do equivalente a um ano de saúde plena. DALYs para uma doença ou condição de saúde são a soma dos anos de vida perdidos devido à mortalidade prematura (YLLs) e dos anos vividos com

idade entre 50 e 74 anos (Vos *et al.*, 2020). Além disso, os DALYs padronizados por idade causados por DM2 nas Américas em 2019 foram 29% maiores que a carga global e aumentaram 27,4% desde 1990 (Cousin *et al.*, 2022). O DM2 é responsável por uma média de 5,4 anos de vida ajustados pela qualidade (QALYs)² perdidos e por limitações nas atividades de vida diária e ocupacionais (Vos *et al.*, 2020).

O *diabetes* é um fardo econômico, desafiando as políticas de saúde pública em todo o mundo. Em 2021, os custos diretos associados a hospitalizações, procedimentos ambulatoriais e medicamentos atingiram US\$ 966 bilhões (International Diabetes Federation, 2021). No Brasil, só em 2018, os custos diretos atribuíveis à hipertensão arterial, *diabetes mellitus* e obesidade totalizaram 3,45 bilhões de reais, incluindo gastos com hospitalizações, procedimentos e medicamentos (Nilson *et al.*, 2020).

O processo de envelhecimento está associado à inflamação sistêmica crônica subclínica (*inflammaging*), o que torna as pessoas idosas mais suscetíveis ao DM2. Esse risco é ainda maior quando associado a um estilo de vida sedentário (Franceschi *et al.*, 2018). A fisiopatologia do DM2 está ligada ao declínio cognitivo e à demência (Borovcanin *et al.*, 2023). O risco de demência aumenta com a idade e é agravado pela presença do DM2, uma vez que a hiperglicemia prolongada e a resistência a insulina contribuem para lesões cerebrais (Čáter; Hölter, 2022).

A resistência à insulina é um fator chave na fisiopatologia do diabetes mellitus tipo 2, influenciando diretamente o controle glicêmico e contribuindo para complicações cardiovasculares e neurológicas (Borovcanin, Milica M *et al.*, 2023). Esse fenômeno ocorre quando os tecidos-alvo, especialmente fígado, músculos e tecido adiposo, apresentam resposta reduzida à insulina, levando ao aumento compensatório da produção de insulina pelo pâncreas. Esse processo resulta em hiperglicemia crônica, a qual, ao longo do tempo, acarreta danos aos vasos sanguíneos e estruturas cerebrais, favorecendo o desenvolvimento de demência e declínios cognitivos (Van Gennip *et al.*, 2021). A resistência à insulina também está associada a uma resposta inflamatória aumentada e ao acúmulo de produtos de glicação avançada (AGEs), que intensificam a neuroinflamação, a neurodegeneração e o estresse oxidativo no cérebro (Aderinto *et al.*, 2023).

uma deficiência (YLDs) devido a casos predominantes da doença ou condição de saúde em uma população (World Health Organization, [s. d.]).

² O QALY é a medida de resultado de saúde mais comumente usada para análise de custo-efetividade de novas intervenções, fornecendo uma abordagem padronizada para otimizar a distribuição de recursos de saúde em todas as doenças, tratamentos e populações. É calculado multiplicando o valor da qualidade de vida relacionada à saúde para o estado de saúde pelo número de anos que se espera que um paciente viva no estado de saúde (Freath *et al.*, 2022).

Em termos de impacto cerebral, a atrofia cortical e subcortical associada ao DM2 afeta especialmente o hipotálamo, hipocampo e o córtex pré-frontal, regiões críticas para o desenvolvimento de declínios cognitivos e para a Doença de Alzheimer (Čater; Hölder, 2022; Moreno *et al.*, 2023). Essas alterações podem levar à redução da neuroplasticidade sináptica e prejuízos cognitivos adicionais às pessoas idosas com *diabetes* (Ferrario; Reagan, 2018). A atrofia cerebral começa nos estágios iniciais da disfunção glicêmica, independentemente da presença de complicações micro ou macrovasculares. No entanto, o exercício físico regular tem se mostrado eficaz para mitigar esses efeitos, preservando os volumes cerebrais e combatendo a atrofia (Moreno *et al.*, 2023).

As principais funções cognitivas afetadas em pacientes com DM2 incluem memória, função executiva, atenção, função motora, memória de trabalho e velocidade de processamento (Borovcanin *et al.*, 2023; Palta *et al.*, 2014). O declínio cognitivo no DM2 parece estar relacionado a três fatores principais: hiperglicemia crônica, resistência à insulina e a sinalização alterada da insulina. Esses fatores promovem neuroinflamação, lesões microvasculares cerebrais, aumento da produção e o acúmulo de proteínas neurotóxicas, como a beta-amiloide e a tau fosforilada (Ehtewish; Arredouani; El-Agnaf, 2022; Ortiz *et al.*, 2022; Xin *et al.*, 2017).

Um dos mecanismos propostos envolve o aumento da expressão de pró-granulina nos astrócitos, o que altera a função das enzimas hexoquinase 2 e 3, fundamentais para o metabolismo da glicose nessas células (Leão *et al.*, 2020). Essa disfunção resulta na redução da expressão do transportador de glicose GLUT1 nos astrócitos e possivelmente do GLUT3 nos neurônios, o que compromete o fornecimento energético em regiões-chave para a cognição, como o hipocampo e o córtex pré-frontal (Aderinto *et al.*, 2023; Ehtewish; Arredouani; El-Agnaf, 2022). Esse processo aumenta a neuroinflamação, o estresse oxidativo e o acúmulo de proteínas neurotóxicas, como beta-amiloide e tau fosforilada, fatores centrais na neurodegeneração observada no DM2 e na Doença de Alzheimer (Leão *et al.*, 2020). Autores propõem o modelo teórico no qual a hiperglicemia periférica desencadeia a redução da expressão desses transportadores, afetando o metabolismo energético dos neurônios e astrócitos, e contribuindo para a neurodegeneração e disfunção cognitiva observadas na Doença de Alzheimer (Leão *et al.*, 2020).

2.4 Benefícios do exercício físico e estratégias de intervenção

O Envelhecimento Saudável é um "processo de desenvolvimento e manutenção da habilidade funcional" (Década do Envelhecimento Saudável, 2022). A atividade física (AF) desempenha papel fundamental nesse processo, contribuindo para a manutenção da capacidade

intrínseca e habilidade funcional, bem como para a prevenção do declínio cognitivo relacionado à idade e do agravamento do DM2 (Lee; Jackson; Richardson, 2017). O tratamento do diabetes requer exercícios físicos, dieta balanceada e medicação (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021; Riebe *et al.*, 2018; Silva Junior *et al.*, 2022; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020). O exercício bem planejado, baseado em evidências e supervisionado, é uma estratégia terapêutica eficaz para o manejo do DM2, melhorando a utilização de glicose muscular e aumentando a sensibilidade à insulina (Pereira *et al.*, 2017; Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023; Stanford; Goodyear, 2014). Além disso, o exercício oferece benefícios adicionais à saúde, incluindo diminuição do risco cardiovascular, melhor condicionamento físico, manutenção do peso (Colberg *et al.*, 2016; Sigal *et al.*, 2018; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2020), maior fluxo sanguíneo cerebral (Prudente *et al.*, 2023), melhor saúde mental e a qualidade de vida (Portugal *et al.*, 2013), fatores críticos na manutenção da autonomia e na prevenção do declínio cognitivo durante o envelhecimento.

Há fortes evidências sobre os efeitos do exercício na perda de peso, melhora do consumo máximo de oxigênio e regulação do metabolismo lipídico e glicêmico em pacientes com DM2, com informações conflitantes sobre o impacto do exercício físico no desempenho cognitivo (Cai *et al.*, 2022; Cooke *et al.*, 2020; Mirza; Yaqoob, 2018; Zhao *et al.*, 2022). O treinamento físico estruturado com exercício aeróbico, treinamento de resistência ou ambos combinados está associado à redução de HbA1c em pacientes com DM2 e os maiores declínios na Hb1Ac estão associados a exercícios com mais de 150 minutos por semana (Umpierre, 2011). Para pessoas com DM2 e outras comorbidades associadas, especialmente as que buscam atividades de baixo impacto, o exercício aquático também pode ser uma opção (Delevatti *et al.*, 2022).

Embora as informações disponíveis não mostrem influência da modalidade de exercício no desempenho cognitivo global (Cai *et al.*, 2022), evidências crescentes demonstram que a tarefa cognitiva simultânea e o exercício (dupla tarefa³) aumenta a função cognitiva em pessoas idosas saudáveis (Da Silva *et al.*, 2022; Jardim *et al.*, 2021; Wollesen *et al.*, 2020). Os benefícios para a melhora do desempenho cognitivo e para a lentificação do declínio cognitivo

³ A dupla tarefa é definida como a realização simultânea de duas atividades distintas e pode ser classificada em três tipos principais: dupla tarefa motora-motora, na qual duas atividades motoras são realizadas simultaneamente, como caminhar arremessando e recebendo uma bola; dupla tarefa cognitiva-cognitiva, que envolve a realização de duas tarefas cognitivas, como resolver um quebra-cabeça enquanto se escuta uma música; e dupla tarefa cognitivo-motora, que combina uma atividade cognitiva e uma atividade física, como memorizar uma lista de palavras enquanto se faz uma caminhada (Yogev-Seligmann; Hausdorff; Giladi, 2008).

em pessoas idosas com DM2 através do treinamento cognitivo, das intervenções de melhoria do estilo de vida, da prática de exercícios e do treinamento em dupla tarefa permanecem controversos e pouco estudados na população com DM2 (Aderinto *et al.*, 2023; Cooke *et al.*, 2020).

Revisão sistemática dedicada à investigação dos efeitos das intervenções em dupla-tarefa sobre a cognição em pessoas com DM2 revelou que os dados disponíveis são contraditórios e insuficientes para avaliação detalhada dos efeitos dessas intervenções sugerindo esforço suplementar que empregue ensaios clínicos maiores e mais robustos (Cooke *et al.*, 2020), ao mesmo tempo, a literatura reforça a necessidade por estudos longitudinais para o entendimento da DM2 e dos declínios no desempenho cognitivo (Aderinto *et al.*, 2023).

A prática de atividades em dupla tarefa ativa múltiplos circuitos neurais, promovendo a neuroplasticidade e melhorando a eficiência cognitiva (Tuena *et al.*, 2023). Durante a dupla tarefa, o cérebro precisa coordenar diferentes áreas, como o hipocampo, responsável pela memória, e o córtex pré-frontal, envolvido no planejamento e tomada de decisão (Kim *et al.*, 2021). Esse aumento de demanda cognitiva e motora estimula a reorganização neural, favorecendo o desenvolvimento de novas conexões sinápticas e o fortalecimento das existentes (Li *et al.*, 2022).

Um dos principais mecanismos fisiológicos associados à prática de dupla tarefa é o aumento do fluxo sanguíneo cerebral regional em áreas críticas para a cognição, como o córtex pré frontal (Lapanan *et al.*, 2023) e o córtex cingulado anterior (Ali *et al.*, 2024). Essas áreas são ativadas para gerenciar a distribuição de recursos atencionais entre as tarefas motoras e cognitivas, o que resulta em um treinamento mais intenso das funções executivas (Zhang *et al.*, 2024). A estimulação dessas regiões está associada a uma melhor integração entre os sistemas sensorial, motor e cognitivo, que é essencial para a realização de atividades diárias e para a manutenção da independência funcional em pessoas idosas (Ali *et al.*, 2024).

Outro aspecto fisiológico importante é o aumento da liberação de fatores neurotróficos, como o BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*), que desempenha papel crucial na sobrevivência e crescimento dos neurônios. A prática de dupla tarefa estimula a produção de BDNF, promovendo a plasticidade sináptica e a neurogênese, o que contribui para a melhora da memória e de outras funções cognitivas (Heisz *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2022). Além disso, há melhora na comunicação entre os hemisférios cerebrais por meio do corpo caloso, aumentando a eficiência na troca de informações entre regiões cerebrais (Alzaid *et al.*, 2022; Tripathi; Verghese; Blumen, 2019).

A dupla tarefa também parece reduzir a interferência cognitiva e melhorar a

capacidade de realização de tarefas simultâneas (Zhang *et al.*, 2024), o que é particularmente benéfico em populações idosas. Ao desafiar simultaneamente os sistemas motor e cognitivo, essa prática promove o treinamento de habilidades como memória de trabalho, inibição de respostas irrelevantes e flexibilidade cognitiva (Ali *et al.*, 2022b). Tais melhorias resultam em maior eficiência na resolução de problemas cotidianos e na adaptação a situações complexas (Montero-Odasso *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2024).

O impacto positivo do treinamento em dupla tarefa na cognição também se deve à capacidade de melhorar o controle postural e a mobilidade (Ercan Yildiz *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024), fatores cruciais para a prevenção de quedas em pessoas idosas. A integração de tarefas motoras e cognitivas aumenta a estabilidade e a coordenação, reduzindo o risco de acidentes e fortalecendo a confiança em atividades diárias (Ercan Yildiz *et al.*, 2024; Ghai; Ghai; Effenberg, 2017; Rezaie *et al.*, 2020). Além disso, a interferência cognitivo motora da velocidade da marcha pode ser uma ferramenta de triagem potencial para declínio cognitivo leve em pessoas idosas (Ali *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2020).

2.5 Parâmetros do exercício físico no protocolo de treinamento de força muscular

A ACSM é uma das principais autoridades globais na prescrição de exercícios físicos, oferecendo diretrizes detalhadas sobre a frequência, intensidade, tipo e tempo (FITT) dos exercícios. Segundo as recomendações da ACSM, o treinamento de resistência é essencial para a manutenção e melhoria da massa muscular e da força em pessoas idosas, fatores críticos para a prevenção da sarcopenia e a melhoria da funcionalidade física. As diretrizes de 2022 (Kanaley *et al.*, 2022) destacam que para indivíduos com DM2, o treinamento resistido deve ser realizado de 2 a 3 vezes por semana, com uma intensidade que varie de 50% a 70% de 1RM (repetição máxima), ajustada de acordo com a progressão individual e a resposta ao treinamento.

A Diretriz Oficial da SBD de 2022 (Silva Junior *et al.*, 2022) reforça a importância do exercício resistido como componente fundamental na gestão do DM2, destacando seus benefícios não apenas para o controle glicêmico, mas também para a saúde cardiovascular e a melhoria da qualidade de vida. A SBD recomenda uma abordagem individualizada, com ênfase na segurança do praticante e na adaptação dos exercícios às limitações físicas e funcionais que possam estar presentes em pessoas idosas com DM2. Os parâmetros sugeridos incluem uma combinação de exercícios de força para os principais grupos musculares, com uma frequência de pelo menos duas vezes por semana e progressão gradual da intensidade.

As diretrizes da Diabetes Canada (Ivers *et al.*, 2019) também fornecem uma base sólida para a prescrição de exercícios resistidos, especialmente no contexto do manejo do DM2. Estas

diretrizes destacam a importância do exercício resistido como parte integrante de um regime de exercício combinado, incluindo tanto atividades aeróbicas quanto de resistência. Para indivíduos com DM2, a Diabetes Canada sugere uma frequência mínima de 2 a 3 vezes por semana, com uma intensidade moderada a alta (60-80% de 1RM), além da consideração de fatores como a presença de comorbidades e o risco de hipoglicemia durante o exercício.

O treino de força, além de aumentar a massa muscular e a capacidade funcional, desempenha papel crucial na melhoria do controle glicêmico e na redução de fatores de risco metabólicos (Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023). Contudo, a heterogeneidade nos protocolos utilizados e a variabilidade nos parâmetros de treinamento limitam as conclusões generalizáveis sobre seus efeitos cognitivos e metabólicos em pessoas idosas com DM2 (Aderinto *et al.*, 2023; Cooke *et al.*, 2020; Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023). A combinação do treino de força com estimulação cognitiva em dupla tarefa representa uma abordagem inovadora, com potencial para maximizar os benefícios funcionais e cognitivos, oferecendo uma alternativa mais personalizada e adequada para essa população.

Este cenário representa a importância de ensaios clínicos para analisar os impactos das modalidades de exercício em tarefa única e dupla tarefa na disfunção cognitiva associada ao *diabetes*, empregando ferramentas validadas, específicas e precisas para avaliar a cognição. Aqui, propomos a construção de um programa de exercícios resistidos associado à estimulação cognitiva simultânea (Grupo ER-DT) e, em estudo piloto, propomos investigar os seus efeitos no desempenho cognitivo, controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional de pessoas idosas com DM2 comparado ao Exercício Resistido isolado (Grupo ER) e aos cuidados habituais (Grupo controle). Nossa hipótese é que o treinamento resistido melhorará a função cognitiva com tamanho de efeito maior no grupo de treinamento em dupla tarefa, tendo assim um efeito aditivo da tarefa cognitiva sobre o benefício do exercício físico. Como desfecho primário analisaremos o efeito da intervenção na cognição, e como desfechos secundários a controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver estudo piloto de um ensaio clínico randomizado, controlado e cego simples, avaliando a viabilidade, segurança e a influência de um protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa (ER-DT) sobre o desempenho cognitivo, controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar um protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa para o tratamento de pessoas idosas com DM2 e avaliar sua viabilidade e segurança.
- Realizar estudo piloto para analisar a influência de um programa de intervenção de 12 semanas de exercícios resistidos em dupla tarefa comparando-o a um programa de exercícios resistidos e ao tratamento usual de pessoas idosas com diabetes.
- Realizar estudo piloto para analisar os efeitos do protocolo ER-DT sobre a função cognitiva global (Mini Exame do Estado Mental), função executiva e flexibilidade cognitiva (Teste de Trilhas A e B), Controle Inibitório (Teste de Flanker), Memória de Trabalho (Teste de Corsi Block) e Fluência Verbal e Custo da Dupla Tarefa (Motora e Cognitiva).
- Realizar estudo piloto para avaliar os efeitos do protocolo ER-DT sobre o controle glicêmico (Hemoglobina Glicada, Glicemia em Jejum, Glicemia média estimada) e variáveis metabólicas (Proteína C reativa Ultrassensível, Colesterol HDL e LDL, Triglicerídeos, Índice de Massa Corporal e Antropometria).
- Realizar estudo piloto para avaliar efeitos do protocolo ER-DT sobre a capacidade funcional como mobilidade funcional (*Timed Up and Go Test*); Desempenho Físico (*Short Physical Performance Battery*); Força muscular (Teste de Sentar e Levantar, Força de preensão manual e força de quadríceps) e nível de atividade Física (Questionário Internacional de Atividade Física).

4 METODOLOGIA

4.1 Desenho do estudo

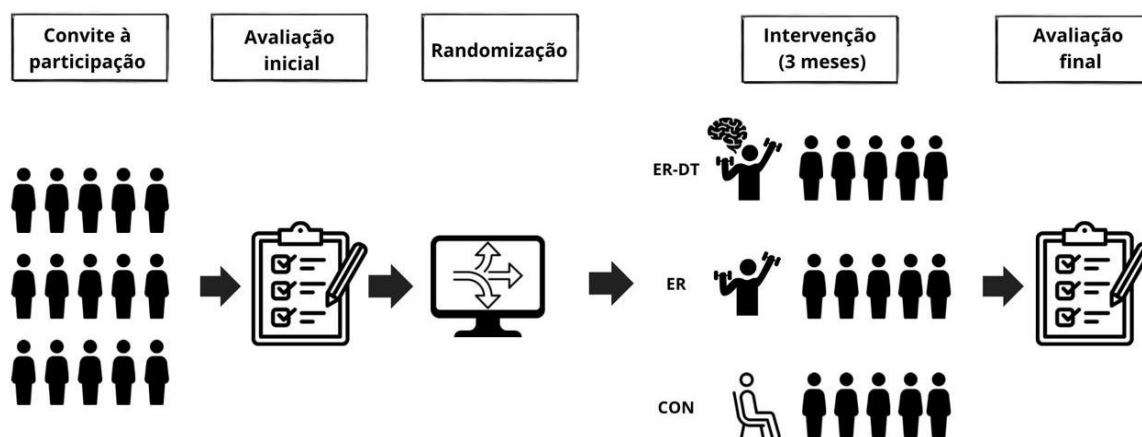
Realizamos o estudo piloto do protocolo de um ensaio clínico randomizado, controlado e cego simples, avaliando a influência da intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa

(ER-DT) sobre o desempenho cognitivo, controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional de pessoas idosas com DM2. As possíveis respostas da intervenção ER-DT foram comparadas as respostas do exercício resistido praticado de modo isolado (ER), e cuidados habituais (Grupo Controle - CON). Ambos os grupos de exercício físico realizaram o protocolo de intervenção por exercícios resistidos 3 vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 36 sessões de atendimento. Este estudo segue as diretrizes CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*) extensão a ensaios pilotos randomizados e de viabilidade, que visam assegurar a transparência e o rigor metodológico na condução e relato de ensaios clínicos randomizados (Eldridge *et al.*, 2016).

Todos os participantes foram avaliados no início e ao final do programa de intervenção. As avaliações incluíram: a anamnese (informações sociodemográficas, de saúde e hábitos de vida, pressão arterial sistêmica e frequência cardíaca em repouso), avaliação da capacidade funcional (Bateria de Desempenho Físico Curto - SPPB, Teste *Timed Up and Go* (TUG), Teste de Caminhar enquanto Fala, Força de preensão manual, Força de quadríceps e Teste de Sentar e Levantar em tarefa única e dupla tarefa), desempenho cognitivo (teste de *Corsi block*, *Flanker* e Teste de trilhas A e B), controle glicêmico (glicemia capilar) e exames laboratoriais (Hemoglobina glicada, glicemia em Jejum, colesterol total, Colesterol HDL, Colesterol LDL, Triglicerídeos e Proteína C Reativa). A descrição e referencial de cada teste será apresentada no item “Coleta de dados”. Após a avaliação os participantes foram randomizados entre os 3 grupos, os detalhes da randomização estão no item “randomização e cegamento”.

Cada sessão do protocolo de intervenção teve duração de 60 minutos, incluindo um período de aquecimento (mobilidade geral), exercícios principais (exercícios de força) e desaquecimento (alongamento dinâmico). Foram realizados 7 exercícios principais (Agachamento, desenvolvimento, Subir no step, supino, remada unilateral, flexão de joelho por que o unilateral e abdominal) realizados em 3 séries de 10 a 15 repetições submáximas. A intensidade foi moderada, sendo medida pela faixa de repetição e pela classificação de esforço percebido (OMNI-RES), com intervalo de descanso de 1 a 2 minutos (Ivers *et al.*, 2019; Kanaley *et al.*, 2022; Silva Junior *et al.*, 2022).

Figura 1 - Desenho do estudo



Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

4.2 Participantes

A coleta de dados e a intervenção foram realizadas no Laboratório de Investigação em Neurodegeneração e Infecção (LNI/UFPA), no período de maio a setembro 2024. Os participantes foram convidados a participar do projeto por meio de divulgação por mídias digitais, convite nas Unidades Básicas de Saúde da cidade de Belém, centros de convivência para pessoas idosas, sala de espera de consultas no Hospital Universitário João de Barros Barreto e nos arredores da universidade. Todos os participantes desta pesquisa foram informados, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido sobre os objetivos, finalidades, benefícios, riscos, possibilidade de retirar-se do estudo a qualquer momento e garantia de preservação de sua identidade. A adesão ao exercício foi monitorada pela frequência às sessões de treinamento prescritas, com registro da motivação da ausência. A análise de eficácia foi realizada com base na intenção de tratar, incluindo todos os participantes que assinarem o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) e foram randomizados aos grupos de estudo.

Os critérios de inclusão foram: ter diagnóstico de DM2 em acompanhamento médico regular; Idade mínima de 60 anos; Ter liberação médica para a prática de exercício físico; Desempenho normal, ajustado para escolaridade, no Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) $\geq$ a 13 pontos para analfabetos, $\geq$ 18 pontos para 1 a 7 anos de escolaridade e $\geq$ a 26 pontos para $\geq$ a 8 anos de escolaridade (Bertolucci *et al.*, 1994); Acuidade visual mínima de 20/30, com ou sem lentes corretivas; Ausência de sintomas depressivos (escala de depressão geriátrica – GDS-5 e Critérios diagnósticos DSM V). Não foram elegíveis para participar do estudo, pessoas com: diagnóstico de doenças cardiovasculares e osteoarticulares que impossibilitem a realização do

programa de intervenção ou que possam ser agravadas com a execução do mesmo; Ter participado de um programa de treinamento físico estruturado nos últimos três meses; Ter doença neurodegenerativa, trauma crânio encefálico e/ou histórico de acidente vascular cerebral; Incapacidade de caminhar 3 metros; Tomar inibidores da colinesterase.

Para o cálculo amostral do Ensaio Clínico usamos o software G Power 3.11 usando uma análise de poder *a priori*. Considerando que metanálises anteriores relataram tamanho de efeito pequeno a moderado do exercício físico no desempenho cognitivo em adultos e pessoas idosas com diabetes (Cooke et al., 2020), estimamos um tamanho de efeito conservador de $f = 0,28$ para stroop teste e Teste de Trilhas parte A. Baseamos o cálculo em um poder estatístico de 80%, teste de hipótese bicaudal, nível alfa de 0,05 e um modelo de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, com análise entre e intra grupos. O cálculo do tamanho da amostra informou a necessidade de um total de 36 participantes. Estimando 20% de abandono, o tamanho amostral final foi calculado em 44 participantes no estudo. Como o presente estudo é um estudo piloto e para avaliação da viabilidade e segurança do protocolo de intervenção proposto, será realizado com o n amostral inferior ao calculado para o Ensaio Clínico completo.

Os eventos adversos foram monitorados durante o período experimental e os participantes foram solicitados a relatar quaisquer eventos adversos ocorridos durante o período de intervenção. Também foram observadas as restrições para o exercício físico apresentadas no quadro 1.

Quadro 01 - Complicações microvasculares do DM e restrições para o exercício.

Condição	Limitação	Recomendações	Restrições	Modalidade
Neuropatia periférica sensitiva	Perda da sensibilidade protetora dos membros inferiores. Maior risco de lesões osteomio-articulares e ulcerações.	Inspecionar o interior dos calçados. Usar tênis e de meias apropriados.	Evitar exercício com impacto repetido sobre os pés: esteira, caminhada prolongada, corrida, escada.	Braquiergometria, hidroginástica, natação, remo, bicicleta estacionária, exercícios de musculação (sentado)
Neuropatia autonômica	Hipotensão postural, disfunção na termorregulação. Redução da sensação de sede, taquicardia de repouso, tendência a arritmias e isquemia silenciosa, hipoglicemia assintomática.	Hidratação: Não esperar sentir sede para se hidratar. Valorizar os períodos de aquecimento e desaquecimento Avaliação cardiovascular obrigatória pré-participação	Evitar exercício em ambiente muito quente ou muito frio.	Analisar caso a caso
Retinopatia	Redução da acuidade visual. Risco de hemorragia vítrea e descolamento de retina.	Após a fotocoagulação a laser, aguardar 3 a 6 meses para o reinício do treinamento.	Moderada: Evitar exercícios com manobra de Valsalva: levantamento de peso. Grave: Evitar, além dos exercícios acima, salto, luta, e esportes competitivos. Proliferativa: Evitar, além dos exercícios acima, corrida, esportes com raquetes e de alta intensidade.	Analisar caso a caso.
Nefropatia	Fraqueza, náuseas, intolerância ao exercício.	Elevação transitória da proteinúria. Hematúria. Risco de hipoglicemia aumentado em pessoas com clearance de creatinina mais baixo.	Não há.	Não há.

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes (Silva Junior *et al.*, 2022).

4.3 Randomização e cegamento

Os participantes foram alocados nos 03 grupos de intervenção paralelos (ER-DT, ER e CON) por meio de um processo de randomização com restrições, implementado por uma macro programada no software Microsoft Excel. Essa macro utilizou uma função de geração de números aleatórios para alocar os participantes, ajustando a distribuição conforme necessário para garantir o balanceamento entre os grupos com relação às variáveis basais pré-estabelecidas: idade, sexo, hemoglobina glicada (HbA1c) e escolaridade.

A macro realizou análise interativa das médias e distribuições das variáveis em cada grupo antes de alocar novos participantes, assegurando que nenhum grupo apresentasse diferenças significativas nessas características. O balanceamento final foi confirmado por meio de testes estatísticos apropriados (análise de variância de uma via). O processo foi realizado por um pesquisador independente e cego, garantindo que os pesquisadores responsáveis pelas avaliações e pela análise dos dados não tivessem acesso às alocações dos participantes, reduzindo o risco de viés. Esse método foi escolhido para garantir comparabilidade entre os grupos, maximizando a validade interna do estudo.

Para manter o cegamento a equipe foi dividida em dois grupos. Uma parte da equipe foi responsável pelas avaliações inicial e final dos participantes e outra parte da equipe responsável pela intervenção. A equipe de avaliação gerou códigos de identificação para cada indivíduo participante, os quais foram enviados ao pesquisador responsável pela randomização. Adicionalmente, os participantes foram orientados a não comentar com os avaliadores detalhes da atividade realizada durante os 3 meses.

4.4 Desfechos

Como desfecho primário analisamos o efeito da intervenção na cognição, e como desfechos secundários o controle glicêmico, metabólico a capacidade funcional.

4.5 Aspectos éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará sob o parecer de número 6.546.666 (ANEXO I). A pesquisa foi realizada seguindo os preceitos da Declaração de Helsinque e do Código de Norumberg (Res. CNS 466/12), respeitando as normas em Pesquisa com seres humanos. Esta pesquisa também está registrada no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (UTN code: U1111-1305-2557) (ANEXO II).

4.6 Coleta de dados

As avaliações foram realizadas no início e ao final dos 3 meses de intervenção e incluíram: 1) Questionário para coleta de dados sociodemográficos, histórico de saúde, rastreio por sintomas depressivos e rastreio de declínios da função cognitiva global; 2) Avaliação da atividade física habitual (Questionário Internacional de Atividade Física - IPAQ); 3) Verificação da pressão arterial, da glicemia capilar, do massa corporal e estatura para cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), e perímetros corporais (circunferências da cintura e quadril);

4) Avaliação do desempenho físico (agilidade e mobilidade, performance física, funcionalidade e força muscular de membros superiores e inferiores); 5) Avaliação cognitiva (Controle Inibitório e Atenção Dividida) usando-se o *software The Psychology Experiment Building Language* (PEBL) além do teste de Trilhas A e B; e 6) Exames Laboratoriais (Hemoglobina glicada, Glicemia em Jejum, Colesterol Total, Colesterol HDL, Colesterol LDL, Triglicerídeos e Proteína C Reativa Ultrassensível).

Todos os avaliadores realizaram treinamento rigoroso e supervisionado, sob supervisão da coordenadora do projeto. As avaliações foram realizadas seguindo um roteiro/check-list de avaliação elaborado pelos pesquisadores que servia como instrumento de suporte durante o processo de avaliação do participante. O roteiro incluía a sequência dos testes e avaliações, os comandos padronizados e as indicações dos momentos de pausas obrigatórias durante a avaliação. As pausas foram realizadas de modo ativo, solicitando que o participante caminhasse para ir ao banheiro ou beber água, com o objetivo de diminuir a possibilidade de fadiga associada à avaliação.

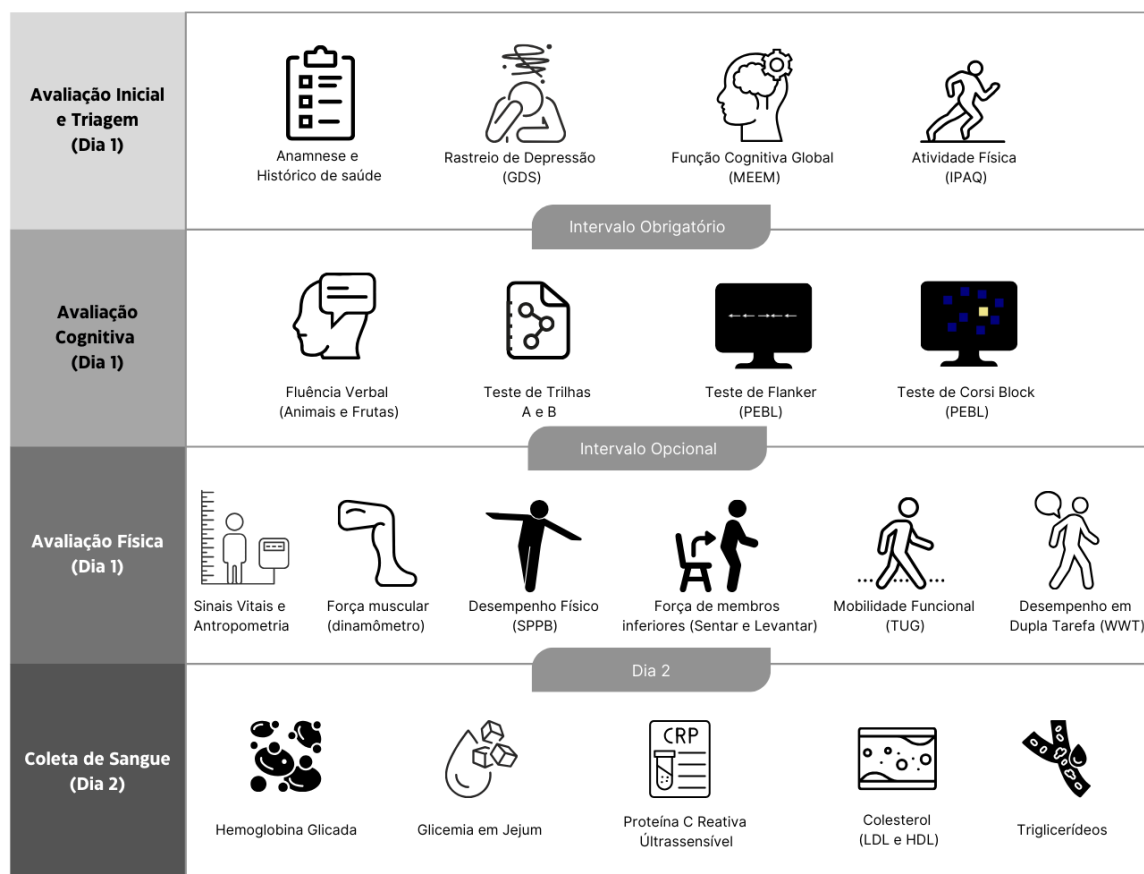
Os voluntários participaram da avaliação em dois dias distintos. No primeiro dia, foi aplicada toda a bateria de testes, enquanto no segundo, os participantes dirigiram-se ao laboratório de análises clínicas parceiro, acompanhados por um dos pesquisadores, para a coleta de sangue. No primeiro dia, ao chegar ao laboratório, o participante recebia explicações sobre os objetivos e procedimentos do projeto, realizava a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em seguida, realizava-se a medição da pressão arterial em repouso e a avaliação inicial, que incluía a aplicação dos seguintes instrumentos: GDS-5, Miniexame do Estado Mental e o Questionário Internacional de Atividade Física.

Após essa primeira etapa, era realizado um intervalo obrigatório de 5 a 10 minutos para permitir descanso e mudança do foco atencional. Durante esse intervalo, os participantes eram incentivados a levantar-se e caminhar, podendo ir ao banheiro ou beber água. Ao retornar, iniciava-se a fase de testes cognitivos, composta pelos testes de trilhas A e B, testes computadorizados Corsi e Flanker, e o teste de fluência verbal semântica com as categorias frutas e animais.

Concluída a etapa cognitiva, era oferecido um intervalo opcional, conforme a preferência do voluntário. Posteriormente, prosseguia-se para a avaliação física, que abrangia as seguintes medições e testes: estatura, circunferências da cintura e quadril, força de preensão manual, força de quadríceps, teste de equilíbrio do Short Physical Performance Battery (SPPB), teste de sentar e levantar em 30 segundos em única e dupla tarefa, teste Timed Up and Go (TUG) e teste de caminhar enquanto fala, também em única e dupla tarefa.

Ao término das avaliações, eram feitos os agradecimentos, marcada a data para a coleta de sangue e entregue o relatório da avaliação, acompanhado de explicações detalhadas. Todo esse procedimento tinha uma duração aproximada de três horas. A Figura 2 apresenta esquematicamente o processo de coleta de dados.

Figura 2 - Etapas da coleta de dados.



Legenda: Descrição das etapas de coleta de dados dos participantes da pesquisa. A avaliação foi realizada em dois dias e os intervalos foram de 5 a 10 minutos. GDS: Escala de Depressão geriátrica; MEEM: Mini Exame do Estado Mental; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física; PEBL: *The Psychology Experiment Building Language*; SPPB: *Short Physical Performance Battery*; TUG: *Timed Up and Go Test*; WWT: *Walk While Talking Test* – Caminhar enquanto fala.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

4.6.1 Avaliação Inicial e Triagem dos Critérios de Inclusão na Pesquisa

Foi realizada uma avaliação inicial dos participantes para a coleta de dados pessoais, nível de escolaridade, histórico de saúde, uso de medicamentos, hábitos de vida, prática de exercícios físicos e autopercepção de saúde. Além disso, a avaliação incluiu o rastreo de sintomas de depressão e alterações na função cognitiva, com o objetivo de verificar a adequação aos critérios de elegibilidade.

A Escala Geriátrica da Depressão (GDS) (ANEXO III) foi utilizada para rastrear a presença de sintomas depressivos (Paradela; Lourenço; Veras, 2005). O Mini Exame do Estado

Mental (MEEM) (ANEXO IV) foi aplicado para identificar possíveis alterações na função cognitiva. Esse instrumento é composto por sete categorias: orientação temporal, orientação espacial, memória imediata, atenção e cálculo, memória de evocação, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação do MEEM é obtida pela soma dos pontos de todas as categorias, variando de zero a trinta, sendo que pontuações mais altas indicam melhor desempenho. Foram adotados os pontos de corte ajustados para a escolaridade da população brasileira, conforme Bertolucci e colaboradores (1994): ≥ 13 pontos para analfabetos, ≥ 18 pontos para participantes com 1 a 7 anos de escolaridade e ≥ 26 pontos para aqueles com 8 anos ou mais de escolaridade.

O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ – Versão Longa, Semana Usual) (ANEXO V) foi utilizado para mensurar o nível de atividade física dos participantes. Esse instrumento, validado em 12 países e 14 centros de pesquisa, também é aplicável a pessoas idosas brasileiras. Aplicado sob a forma de entrevista, o questionário contém 27 questões que abrangem diferentes contextos da vida diária, tais como trabalho, transporte, atividades domésticas e lazer, além do tempo despendido em atividades sedentárias realizadas na posição sentada (Benedetti; Mazo; Barros, 2004; Benedetti *et al.*, 2007).

4.6.2 Avaliação do Desempenho Cognitivo

Após uma pausa de 5 a 10 minutos para descanso e mudança do foco atencional, os voluntários iniciaram a bateria de testes cognitivos. Os testes realizados incluíram o Teste de Trilhas A e B, o Teste Flanker e o Teste de Corsi *Block-Tapping* e o Teste de Fluência verbal.

O Teste de Trilhas A e B foi empregado como indicador da função executiva. O desempenho no Teste de Trilhas A está associado à velocidade de processamento visuomotor, enquanto o Teste de Trilhas B está relacionado à memória de trabalho e ao controle inibitório (Llinàs-Reglà *et al.*, 2017). No Teste de Trilhas A (ANEXO VI), os participantes traçaram linhas, o mais rápido e com a maior precisão possível, conectando números sequenciais de 1 a 25. Enquanto no Teste de Trilhas B (ANEXO VII), a tarefa consistiu em traçar linhas sequenciais alternando entre números e letras (1 a A, A a 2, 2 a B, e assim sucessivamente até M). Foram registrados o tempo (em milissegundos) para a conclusão de cada tarefa e o número de acertos (Liu-Ambrose, 2010). Também utilizamos na análise a medida de Teste de Trilhas B-A (Parte B menos parte A) que é uma medida de flexibilidade cognitiva, atenção dividida e velocidade de processamento. Quanto menor o resultado (menor diferença entre a conclusão das duas partes), melhor o desempenho (Barha *et al.*, 2023; Bowie; Harvey, 2006; Serrano *et al.*, 2022).

Para complementar a avaliação cognitiva, que incluiu funções executivas, inibição, atenção e memória, foram utilizados testes automatizados por meio do software *The Psychology Experiment Building Language* (PEBL) (Mueller; Piper, 2014). Este software foi testado com pessoas idosas e demonstrou que a falta de familiaridade tecnológica não representou uma limitação (Scarpina et al., 2021). Ainda assim, os avaliadores foram treinados para facilitar o uso do computador, explicando detalhadamente as instruções e permitindo que os voluntários se familiarizassem com o uso do mouse e teclado antes do início do teste. Todos os testes incluíram uma fase de treinamento para garantir a compreensão das tarefas antes da coleta de dados. O software PEBL registrou os dados, processou as informações e gerou uma planilha em formato Excel, posteriormente tabulada por um membro da equipe e revisada por outro. A bateria de testes foi configurada com o código do participante, e a ordem de execução foi randomizada pelo próprio software.

O Teste Flanker (ANEXO VIII) foi utilizado para avaliar a atenção seletiva (Rusnáková *et al.*, 2011). Inicialmente, os participantes visualizaram uma cruz de fixação branca, seguida por uma matriz horizontal com cinco setas brancas igualmente dimensionadas e espaçadas. A instrução foi focar na seta central e ignorar as demais, pressionando a tecla Ctrl esquerda para uma seta central apontando à esquerda ou Ctrl direita para uma seta central apontando à direita. As setas podiam estar em condições congruentes (< < < < <) ou incongruentes (< < > < <). Antes da avaliação, os participantes realizaram 12 ensaios práticos que não foram incluídos na análise de desempenho. O teste foi realizado em um computador padronizado para todos os voluntários e teve duração aproximada de 10 minutos. As variáveis analisadas foram média do tempo de respostas corretas (MTR), total de acertos e acurácia na condição congruente e incongruente (Stins *et al.*, 2008).

O Teste de *Corsi Block-Tapping*, implementado no software PEBL, foi utilizado para avaliar a memória visuoespacial de curto prazo. Este teste neuropsicológico apresentava uma série de blocos dispostos aleatoriamente na tela do computador. Durante cada tentativa, uma sequência de blocos era destacada na tela. Após a apresentação, os participantes deveriam reproduzir a sequência clicando nos blocos na ordem correta. A dificuldade do teste aumentava progressivamente com a extensão da sequência. A medida de capacidade de memória visuoespacial de curto prazo foi a extensão máxima da sequência reproduzida corretamente. Dados adicionais, como tempo de resposta e acurácia, também foram coletados para análises posteriores. Este método forneceu avaliação detalhada das habilidades visuoespaciais. O teste teve duração variável dependendo do desempenho do participante (Arce; McMullen, 2021; Corsi, 1972; Mueller; Piper, 2014).

O teste de fluência verbal semântica foi utilizado para avaliar funções executivas e

memória verbal, especialmente em populações idosas. Nesta tarefa, o participante listou o maior número possível de itens pertencentes a uma categoria específica, como "frutas" ou "animais", em 60 segundos. Este teste avalia a recuperação lexical e o processamento semântico, sendo uma ferramenta eficaz para identificar déficits cognitivos leves e sinais precoces de declínio cognitivo mais grave, como demências (Benton, 1968; Troyer; Moscovitch; Winocur, 1997). Os testes foram gravados em áudio para análise posterior.

4.6.3 Avaliação de Sinais Vitais, Antropometria e Capacidade Funcional

A pressão arterial sistêmica e a frequência cardíaca em repouso foram medidas logo após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a fim de evitar alterações decorrentes dos testes subsequentes. Seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Hipertensão, após cinco minutos de repouso, foi realizada uma aferição de pressão arterial e frequência cardíaca em cada braço (Barroso *et al.*, 2021).

Iniciou-se a bateria de testes físicos com a aferição da massa corporal (em quilogramas) e a estatura (em centímetros), mensuradas utilizando uma balança antropométrica (Welmy®). O participante permaneceu descalço, em posição ortostática, com a cabeça alinhada ao horizonte, braços estendidos ao longo do corpo, pés unidos e calcanhares em contato. A medida de estatura foi realizada durante inspiração máxima. Os dados obtidos foram utilizados para calcular o Índice de Massa Corporal (kg/m^2) (Ortega *et al.*, 2016).

As circunferências corporais (em centímetros) da cintura e do quadril foram medidas. Para essas medições, utilizou-se uma fita antropométrica inextensível com marcações a cada 0,1 cm. A circunferência da cintura foi aferida ao nível da cicatriz umbilical, e a do quadril, na parte mais larga ao redor das nádegas (National Institutes of Health, 2020; World Health Organization, 2008).

A força de preensão palmar foi avaliada para mensurar a força dos membros superiores, uma variável associada à força muscular, massa muscular, desempenho físico e vitalidade (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). O teste foi realizado com um dinamômetro hidráulico de mão (Sahen®), com escala de 0 a 90 kgf e resolução de 2 kgf. O participante foi posicionado sentado em uma cadeira sem apoio para os braços, com a coluna ereta, joelhos flexionados a 90°, ombro em adução e rotação neutra, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em pronação e punho neutro. Foram realizadas três preensões de três segundos cada, com intervalo de 60 segundos entre elas, sendo considerado para análise estatística o maior valor registrado (Fess; Moran, 1981).

A força dos músculos do quadríceps foi avaliada por meio da medição isométrica dos

extensores do joelho, utilizando um dinamômetro digital (Lafayette®). O teste foi realizado com o participante sentado em uma maca, com as pernas suspensas sem tocar o solo e os joelhos flexionados a 90°. O dinamômetro foi posicionado anteriormente na região da tíbia, e um cinto de segurança fixado ao aparelho foi utilizado para estabilização, envolvendo a perna do participante e a maca. Foram realizadas três tentativas no membro inferior dominante, com duração padronizada de cinco segundos para cada contração, seguidas por um minuto de repouso (Felício *et al.*, 2021). O sistema *Lafayette* fornece os valores de força pico em Kgf, os quais foram registrados em formato de imagem e tabulados em planilha do excel para posterior análise.

O teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos foi utilizado para avaliar a força muscular dos membros inferiores. Uma cadeira com encosto, sem apoio para os braços e encostada na parede, foi usada para garantir segurança. O participante foi instruído a sentar-se completamente e levantar-se estendendo os joelhos, sem apoio dos braços, o mais rapidamente possível, sem ritmo predeterminado (Jones; Rikli; Beam, 1999). O desempenho foi medido pelo número de repetições completas em 30 segundos. Frases de incentivo padronizadas foram usadas durante todas as repetições do teste. O teste foi realizado em tarefa única e a em dupla tarefa (fluência verbal com frutas), nesta sequência, com intervalo de 1 minuto de descanso entre as tentativas. Tanto a tarefa única quanto a dupla tarefa são ferramentas confiáveis (ICC > 0,9) para avaliar mudanças após intervenções em pessoas com diabetes mellitus tipo 2 (Barrios-Fernández *et al.*, 2020).

O *Short Physical Performance Battery* (ANEXO X) foi utilizado para avaliar a funcionalidade, sendo uma medida padronizada e reproduzível da função física global em pessoas idosas (Kitzman *et al.*, 2021). Este instrumento é composto por três componentes: teste de equilíbrio em pé, teste de velocidade da marcha (caminhada de 4 metros) e teste de força (tempo para levantar-se e sentar-se de uma cadeira cinco vezes). Cada componente recebeu uma pontuação de 0 a 4, com a soma total variando de 0 a 12. Pontuações mais baixas indicam menor desempenho físico.

Por fim, o teste *Timed Up and Go* (TUG) foi utilizado para quantificar a mobilidade funcional, sendo um método confiável e válido para avaliação de pessoas idosas (Podsiadlo; Richardson, 1991). O participante iniciou sentado em uma cadeira sem braços, com quadris, joelhos e tornozelos flexionados a 90° e os braços cruzados à frente do corpo. O participante foi instruído a levantar-se, caminhar 3 metros em velocidade rápida (sem correr) e retornar à posição sentada. Duas tentativas foram realizadas, sendo considerado o melhor desempenho.

4.6.3.1 Avaliação do Desempenho em Dupla Tarefa

Para o cálculo do custo da dupla tarefa (CDT) comparou-se o desempenho do participante em uma tarefa única, com o desempenho na mesma tarefa quando realizada em dupla tarefa. O custo da dupla tarefa expressa a porcentagem de redução no desempenho da tarefa cognitiva ($CDT_{\text{cognitivo}}$) ou motora (CDT_{motor}) durante a condição de dupla tarefa em relação à condição única (Plummer; Eskes, 2015). Esse indicador é crucial para avaliar o impacto da sobrecarga cognitiva na performance, especialmente em pessoas idosas, que apresentam maior dificuldade em gerenciar demandas simultâneas (Ali *et al.*, 2022b; Yang *et al.*, 2020). Para esta análise avaliamos o desempenho do participante através da análise do CDT em dois testes: Teste de sentar e levantar de 30 segundos e o *Walking While Talk Test* (Teste de Caminhar enquanto fala).

O teste de Sentar e Levantar de 30 segundos (SL) foi realizado em condição de tarefa única e em dupla tarefa, sendo que, na última, a atividade cognitiva adicionada foi a fluência verbal com a categoria frutas, registrada em áudio. Para avaliar o componente cognitivo do teste de sentar e levantar utilizou-se o desempenho registrado nos 30 segundos iniciais do teste de fluência verbal com nomeação de frutas para a condição de única tarefa e o desempenho na fluência verbal para a mesma categoria nomeadas durante o teste de sentar e levantar, de acordo com as equações 01 e 02 a seguir:

Equação 01:

$$CDT_{\text{motor}} = \frac{(n^{\circ} \text{ de repetições } DT - n^{\circ} \text{ de repetições } TU)}{n^{\circ} \text{ de repetições } TU} \times 100\%$$

Equação 02:

$$CDT_{\text{cognitivo}} = \frac{(\text{fluência em } DT - \text{fluência em } TU)}{\text{fluência em } TU} \times 100\%$$

Onde: DT é o desempenho em dupla tarefa e TU é o desempenho em tarefa única (Plummer; Eskes, 2015).

O teste de Caminhar enquanto Fala (WWT - *Walking While Talking Test*) foi utilizado para avaliar a agilidade e o desempenho cognitivo em condição de dupla tarefa, empregando a fluência verbal semântica com a categoria "animais" como componente cognitivo associado à

tarefa motora. Os participantes foram instruídos a caminhar 6 metros, realizar uma volta e retornar os 6 metros até o ponto de partida, mantendo sua velocidade preferida. O desempenho motor foi medido pelo tempo total da caminhada em segundos. Na condição de tarefa única, os participantes caminharam os 6 metros sem realizar qualquer tarefa cognitiva associada e também realizaram a fluência verbal com a categoria animais como tarefa única, em condição de repouso, antes dos testes físicos. Após essas avaliações em tarefa única, os participantes realizaram o teste em condição de dupla tarefa, combinando a caminhada com a fluência verbal. O tempo da caminhada em ambas as condições foi registrado em milissegundos, utilizando um cronômetro. A fluência verbal nas condições de tarefa única e de dupla tarefa foi gravada em áudio para análise posterior (Hall *et al.*, 2011).

Para análise do componente cognitivo do teste Caminhar enquanto Fala utilizamos a medida da fluência, referente ao número de animais por segundo (animais/segundo) evocados durante testes de tarefa única e dupla (McPhee; Cheung; Schmuckler, 2022). Para condições de tarefa única, a fluência de animais/segundo foi calculada para o tempo de 10 segundos. Para a condição de dupla tarefa, a fluência de animais/segundo foi calculada a partir do número de animais evocados enquanto o participante realizava o percurso total do teste (tempo de caminhada). Em ambas as condições (tarefa única ou dupla tarefa), a fluência de número de animais/segundo - o número de animais evocados dividido pelo tempo total disponível para a evocação - foi utilizada como uma medida padronizada de animais/s, de acordo com as equações 03 e 04 abaixo:

Equação 03:

$$CDT_{motor} = \frac{-(\text{tempo de caminhada DT} - \text{tempo de caminhada TU})}{\text{tempo de caminhada TU}} \times 100\%$$

Equação 04:

$$CDT_{cognitivo} = \frac{(\text{palavras/segundo DT} - \text{palavras/segundo TU})}{\text{palavras/segundo TU}} \times 100\%$$

Onde: DT é o desempenho em dupla tarefa e TU é o desempenho em tarefa única (Plummer; Eskes, 2015).

Maiores valores do CDT indicam pior desempenho em dupla tarefa e expressam a

interferência da execução simultânea de tarefas motoras e cognitivas, em relação à execução de apenas uma única tarefa. Entretanto, as situações nas quais os valores maiores indicarem pior desempenho (ex: tempo de reação e tempo para realiza a caminhada), deve-se inserir um sinal negativo no início da fórmula. Realizamos isso para o custo motor do teste de caminhar enquanto fala (maior tempo de realização, pior desempenho) (Plummer; Eskes, 2015).

4.6.4 Avaliação Bioquímica

A coleta de sangue para a avaliação dos parâmetros bioquímicos foi realizada em parceria com o Centro de Saúde Escola do Marco/Laboratório de Análises Clínicas da Universidade do Estado do Pará. A coleta foi realizada no próprio laboratório de análises clínicas, sempre no horário da manhã, por profissional de enfermagem do serviço, seguindo os procedimentos institucionais de coleta e o processamento das amostras sanguíneas. Um membro da equipe de pesquisa acompanhou cada voluntário para realizar o procedimento.

As coletas foram realizadas no período da manhã, seguindo as orientações previamente fornecidas aos participantes: manter jejum de 12 horas, dormir entre 6 e 8 horas na noite anterior e evitar exercícios físicos vigorosos e o consumo de álcool nas 24 horas que antecederam o exame. Foram realizadas análises dos seguintes parâmetros bioquímicos: glicemia de jejum, hemoglobina glicada, colesterol HDL, colesterol LDL, triglicerídeos e proteína C reativa ultrasensível.

4.7 Protocolo de intervenção

A elaboração do protocolo de treinamento de resistência muscular foi fundamentada em documentos da *American College of Sports Medicine* (Kanaley *et al.*, 2022), Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (Silva Junior *et al.*, 2022) e Diabetes Canada 2018 *Clinical Practice Guidelines* (Ivers *et al.*, 2019). O protocolo de estimulação em dupla tarefa proposto foi adaptado do artigo previamente publicado pelo grupo de pesquisa (Jardim *et al.*, 2021a). A tabela 1 apresenta o protocolo de intervenção proposto:

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continua)

Sessão	Estímulo	Tarefa cognitiva simultânea ao exercício	Exercício Resistido
1	Fala	Tarefa Cognitiva: Falar sequencias pré-estabelecidas. Descrição: O grupo será incentivado a falar em voz alta os dias da semana, os meses do ano e o alfabeto em ordem direta e inversa. Objetivo: Estimular a memória e concentração durante a familiarização com a dupla tarefa. Dificuldade: O alfabeto em ordem inversa é uma tarefa desafiadora que precisa ser feita ao final da sessão.	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 1 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
2	Memória de curto prazo	Tarefa Cognitiva: Lembrar as palavras. Descrição: No início das séries do exercício o pesquisador irá ler uma sequência de palavras (lugares, animais e objetos), que foram solicitadas para serem reproduzidas pelo participante no final do das séries. A cada exercício mudam-se as palavras. Objetivo: Estimular a memória de curto prazo e concentração. Dificuldade: Para ser desafiador precisa ser pelo menos 3 palavras por pessoa, por exemplo, em um grupo de 5 pessoas, precisa ser dito 15 palavras.	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 2 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
3	Pensamento matemático	Tarefa Cognitiva: Cálculos matemáticos Descrição: Realizar cálculos matemáticos simples com dificuldade progressiva (adição, subtração, multiplicação e divisão). Precisa ser adaptado para cada participante, por exemplo, pessoas com mais dificuldade realizar contas mais fáceis e pessoas com mais facilidade realizar contas mais difíceis. Objetivo: Estimular o pensamento matemático. Dificuldade: Tarefas de divisão tendem a ser mais desafiadoras, além de	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 3 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		contas com números de mais de um dígito.	
4	Memória de longo prazo	Tarefa Cognitiva: Lembrar de músicas Descrição: Os participantes serão solicitados a lembrar palavras pré-selecionadas e cantar músicas com o vocabulário incluído. Os participantes receberam palavras no início do exercício e durante a execução precisam cantar músicas que continham a palavra. Objetivo: Estimular a memória de longo prazo e emoções relacionadas as músicas. Dificuldade: Palavras mais comuns como “amor” são mais fáceis e palavras menos comuns como “caneta” tendem a ser mais difíceis.	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 3 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
5	Fluência semântica e fonológica	Tarefa Cognitiva: Fluência Verbal Descrição: O grupo será estimulado a lembrar e falar em voz alta palavras de uma determinada categoria ou fonema. Intercalando entre categoria e fonema. Objetivo: Estimular a fluência semântica e fonológica. Dificuldade: A maior dificuldade são os fonemas, além da junção de categoria e fonema, por exemplo: animais que começam com C.	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 3 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
6	Raciocínio	Tarefa Cognitiva: Adivinhação de palavras Descrição: Os participantes serão encorajados a deduzir uma palavra pré-selecionada. Pesquisadores forneceram três pistas conceituais sobre a palavra. Caso seja difícil, pode fornecer uma dica bonus como a primeira letra. Objetivo: Estimular o raciocínio através da adivinhação. Dificuldade: Palavras menos frequentes tendem a ser mais difíceis.	Intensidade: (%): 30-49% (Leve) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 3 a 5 (Um Pouco Fácil) Volume: 3 série de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

7	Atenção, tomada de decisão flexibilidade e cognitiva	Tarefa Cognitiva: Troca de tarefa Descrição: Estímulos sonoros específicos (um apito, dois apitos, aplausos) serão associados a uma sequência específica de tarefas cognitivas a serem executadas. Objetivo: Estimular a tomada de decisão e flexibilidade cognitiva. Dificuldade: Mudar de tarefa mais rápido ou inserir mais uma tarefa.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
8	Criatividade	Tarefa Cognitiva: Criação de Histórias Descrição: Criar uma história colaborativa onde cada participante adiciona uma sentença à história em cada intervalo. A história pode começar com um cenário simples, e cada pessoa deve continuar a narrativa de forma coerente e criativa. Objetivo: Estimular a criatividade, a coesão narrativa e a colaboração em grupo. Dificuldade: Introduzir elementos inesperados que os participantes devem incorporar na história.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
9	Memória de curto prazo e atenção	Tarefa Cognitiva: “Fui a supermercado...” Descrição: Um dos participantes inicia uma sequência de lista de compras de supermercado dizendo: “Fui ao supermercado e comprei uma...” (por exemplo, maçã). O participante mais próximo será solicitado a repetir a afirmação anterior e adicionar um novo item à lista de compras. O processo será contínuo e os itens cumulativos até que todos do grupo tenham contribuído. A cada exercício mudam-se os locais, por exemplo: supermercado, shopping, feira, comércio, etc. Objetivo: Estimular a memória e atenção. Dificuldade: Locais menos comuns.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
10	Pensamento matemático	Tarefa Cognitiva: Cálculos matemáticos Descrição: Realizar cálculos matemáticos simples com dificuldade progressiva (adição, subtração, multiplicação e divisão). Precisa ser adaptado para cada participante, por exemplo, pessoas com mais	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		dificuldade realizar contas mais fáceis e pessoas com mais facilidade realizar contas mais difíceis. Objetivo: Estimular o pensamento matemático. Dificuldade: Tarefas de divisão tendem a ser mais desafiadoras, além de contas com números de mais de um dígito.	no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
11	Fluência semântica e fonológica	Tarefa Cognitiva: Fluência Verbal Descrição: O grupo será estimulado a lembrar e falar em voz alta palavras de uma determinada categoria ou fonema. Intercalando entre categoria e fonema. Objetivo: Estimular a fluência semântica e fonológica. Dificuldade: A maior dificuldade são os fonemas, além da junção de categoria e fonema, por exemplo: animais que começam com C.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
12	Raciocínio	Tarefa Cognitiva: Adivinhação de palavras Descrição: Os participantes serão encorajados a deduzir uma palavra pré-selecionada. Pesquisadores forneceram três pistas conceituais sobre a palavra. Caso seja difícil, pode fornecer uma dica bonus como a primeira letra. Objetivo: Estimular o raciocínio através da adivinhação. Dificuldade: Palavras menos frequentes tendem a ser mais difíceis.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
13	Memória de longo prazo e autobiográfica	Tarefa Cognitiva: Quem é o cantor? Descrição: Fotos de cantores antigos serão colocadas e o grupo deverá dizer o nome do cantor, dizer uma música dele, uma curiosidade sobre ele e compartilhar experiências pessoais evocadas pela música. É importante se atentar a faixa etária deles para colocar cantores da sua juventude em diante. Objetivo: Estimular a memória, emoções e bem-estar através da música. Dificuldade: Cantores mais antigos são mais difíceis de identificar.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
14	Atenção, tomada de	Tarefa Cognitiva: Troca de tarefa Descrição: Estímulos sonoros específicos (um apito, dois apitos, aplausos)	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil)

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

	decisão e flexibilidade cognitiva	serão associados a uma sequência específica de tarefas cognitivas a serem executadas. Objetivo: Estimular a tomada de decisão e flexibilidade cognitiva. Dificuldade: Mudar de tarefa mais rápido ou inserir mais uma tarefa.	Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
15	Criatividade	Tarefa Cognitiva: Criação de Histórias Descrição: Criar uma história colaborativa onde cada participante adiciona uma sentença à história em cada intervalo. A história pode começar com um cenário simples, e cada pessoa deve continuar a narrativa de forma coerente e criativa. Objetivo: Estimular a criatividade, a coesão narrativa e a colaboração em grupo. Dificuldade: Introduzir elementos inesperados que os participantes devem incorporar na história.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
16	Velocidade de inibição e processamento	Tarefa Cognitiva: Teste Stroop Adaptado Descrição: Apresente cartões com palavras de cores impressas em cores diferentes (por exemplo, a palavra "vermelho" impressa em tinta azul). Peça que os participantes nomeiem a cor da tinta, não a palavra escrita. Objetivo: Melhorar a velocidade de processamento e a habilidade de controle inibitório (capacidade de suprimir respostas automáticas). Dificuldade: Aumentar a velocidade de apresentação dos cartões ou usar palavras menos comuns.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
17	Memória de longo prazo e memória de curto prazo	Tarefa Cognitiva: Conhecimentos gerais Descrição: Serão feitas perguntas de conhecimentos gerais com quatro alternativas, das diversas áreas do conhecimento como artes, história, geografia, ciências, etc. Cada participante diz sua opção e as respostas podem ser debatidas entre eles. Objetivo: Estimular a memória e debate através de perguntas. Dificuldade: As perguntas podem ter níveis fáceis, moderados ou difíceis.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		Isso deve ser escolhido de acordo com o desempenho dos participantes.	
18	Memória de longo prazo e memória de curto prazo	Tarefa Cognitiva: “Que cheiro é esse?” Descrição: No início do circuito das séries de exercício físico, serão apresentadas sequências específicas de estímulos olfativos. Posteriormente, será solicitada identificação e a sequência dos odores apresentados. Alguns exemplos: Café, orégano, hortelã, vinagre, etc. Objetivo: Estimular a memória através da percepção sensorial. Dificuldade: A dificuldade pode ser feita através da diluição dos odores, além disso, sequencias mais longas com mais de 3 odores também podem ser desafiadoras.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
19	Atenção, tomada de decisão e flexibilidade cognitiva	Tarefa Cognitiva: Troca de tarefa Descrição: Estímulos sonoros específicos (um apito, dois apitos, aplausos) serão associados a uma sequência específica de tarefas cognitivas a serem executadas. Objetivo: Estimular a tomada de decisão e flexibilidade cognitiva. Dificuldade: Mudar de tarefa mais rápido ou inserir mais uma tarefa.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
20	Pensamento matemático	Tarefa Cognitiva: Cálculos matemáticos Descrição: Realizar cálculos matemáticos simples com dificuldade progressiva (adição, subtração, multiplicação e divisão). Precisa ser adaptado para cada participante, por exemplo, pessoas com mais dificuldade realizar contas mais fáceis e pessoas com mais facilidade realizar contas mais difíceis. Objetivo: Estimular o pensamento matemático. Dificuldade: Tarefas de divisão tendem a ser mais desafiadoras, além de contas com números de mais de um dígito.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
21	Prosódia e inteligência Emocional	Tarefa Cognitiva: Identificação e discussão sobre Emoções Descrição: Mostre imagens de expressões faciais e peça que os	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		participantes identifiquem a emoção representada (como felicidade, tristeza, raiva, surpresa). Depois, peça que compartilhem uma experiência pessoal relacionada a essa emoção e discutam como lidaram com ela. Objetivo: Melhorar a inteligência emocional, incluindo a capacidade de reconhecer e entender emoções em si mesmos e nos outros.	Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
22	Memória de curto prazo e atenção	Tarefa Cognitiva: “Fui a supermercado...” Descrição: Um dos participantes inicia uma sequência de lista de compras de supermercado dizendo: “Fui ao supermercado e comprei uma...” (por exemplo, maçã). O participante mais próximo será solicitado a repetir a afirmação anterior e adicionar um novo item à lista de compras. O processo será contínuo e os itens cumulativos até que todos do grupo tenham contribuído. A cada exercício mudam-se os locais, por exemplo: supermercado, shopping, feira, comercio, etc. Objetivo: Estimular a memória e atenção. Dificuldade: Locais menos comuns.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
23	Atenção e raciocínio	Tarefa Cognitiva: Adivinhação de palavras Descrição: Uma palavra será dada para um participante aleatório, que deverá descrever características de sua palavra para que os demais tentem adivinhar. Cada participante terá oportunidade de dar as dicas. A pontuação anotada dos acertos é estimulante e didática. Objetivo: Estimular a atenção e o raciocínio por meio da adivinhação. Dificuldade: Palavras menos frequentes são mais desafiadoras.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
24	Velocidade de inibição e processamento	Tarefa Cognitiva: Teste Stroop Adaptado Descrição: Apresente cartões com palavras de cores impressas em cores diferentes (por exemplo, a palavra "vermelho" impressa em tinta azul). Peça que os participantes nomeiem a cor da tinta, não a palavra escrita. Objetivo: Melhorar a velocidade de processamento e a habilidade de controle inibitório (capacidade de suprimir respostas automáticas). Dificuldade: Aumentar a velocidade de apresentação dos cartões ou usar palavras menos comuns.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

25	Fluência semântica e fonológica	Tarefa Cognitiva: Fluência Verbal Descrição: O grupo será estimulado a lembrar e falar em voz alta palavras de uma determinada categoria ou fonema. Intercalando entre categoria e fonema. Objetivo: Estimular a fluência semântica e fonológica. Dificuldade: A maior dificuldade são os fonemas, além da junção de categoria e fonema, por exemplo: animais que começam com C.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
26	Memória de longo prazo e memória de curto prazo	Tarefa Cognitiva: Conhecimentos gerais Descrição: Serão feitas perguntas de conhecimentos gerais com quatro alternativas, das diversas áreas do conhecimento como artes, história, geografia, ciências, etc. Cada participante diz sua opção e as respostas podem ser debatidas entre eles. Objetivo: Estimular a memória e debate através de perguntas. Dificuldade: As perguntas podem ter níveis fáceis, moderados ou difíceis. Isso deve ser escolhido de acordo com o desempenho dos participantes.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
27	Percepção visual, atenção e concentração.	Tarefa Cognitiva: Caça Palavras Descrição: Um caça palavras é apresentado e durante o exercício os participantes precisam achar as palavras e indicar a posição. Durante o descanso o caça palavras é escondido. Objetivo: Estimular a percepção visual, atenção e concentração durante a atividade de encontrar as palavras. Dificuldade: Na criação do caça palavras existe a opção de dificuldades como na diagonal e ao contrário.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
28	Flexibilidade cognitiva e atenção	Tarefa Cognitiva: Troca de tarefas Descrição: Durante o exercício, dar comandos para mudar de uma tarefa cognitiva para outra (por exemplo, de contagem regressiva para soletração de palavras ao inverso). Objetivo: Treinar a flexibilidade cognitiva, ou seja, a habilidade de alternar entre diferentes tarefas ou pensamentos rapidamente.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal.

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		Dificuldade: Aumentar a complexidade das tarefas ou diminuir o tempo disponível para cada troca.	Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
29	Tomada de decisão rápida	Tarefa Cognitiva: Jogo de Escolhas Rápidas Descrição: Apresente cenários hipotéticos e peça que os participantes tomem decisões rápidas e justifiquem suas escolhas. Por exemplo, "Se você encontrasse uma carteira perdida, o que faria?" ou "Se você tivesse que escolher entre duas rotas para chegar a um destino, qual escolheria e por quê?". Objetivo: Melhorar a velocidade e a eficácia na tomada de decisões, além de estimular o raciocínio lógico e ético. Dificuldade: Aumentar a complexidade dos cenários ou reduzir o tempo para tomar decisões.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
30	Planejamento e Organização	Tarefa Cognitiva: Planejamento de Viagem Descrição: Os participantes devem planejar uma viagem imaginária, incluindo roteiros, orçamento, transporte, acomodações e atividades. Peça que detalhem cada etapa do planejamento e expliquem suas escolhas. Objetivo: Melhorar as habilidades de planejamento e organização, além de trabalhar a criatividade e a capacidade de gerenciamento de recursos. Dificuldade: Aumentar o número de detalhes a serem planejados ou incluir imprevistos que os participantes devem resolver.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
31	Criatividade	Tarefa Cognitiva: Criação de Histórias Descrição: Criar uma história colaborativa onde cada participante adiciona uma sentença à história em cada intervalo. A história pode começar com um cenário simples, e cada pessoa deve continuar a narrativa de forma coerente e criativa. Objetivo: Estimular a criatividade, a coesão narrativa e a colaboração em grupo. Dificuldade: Introduzir elementos inesperados que os participantes devem	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(Continuação)

		incorporar na história.	
32	Velocidade de processamento	Tarefa Cognitiva: Teste Stroop Adaptado Descrição: Apresente cartões com palavras de cores impressas em cores diferentes (por exemplo, a palavra "vermelho" impressa em tinta azul). Peça que os participantes nomeiem a cor da tinta, não a palavra escrita. Objetivo: Melhorar a velocidade de processamento e a habilidade de controle inibitório (capacidade de suprimir respostas automáticas). Dificuldade: Aumentar a velocidade de apresentação dos cartões ou usar palavras menos comuns.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
33	Atenção e raciocínio	Tarefa Cognitiva: Adivinhação de palavras Descrição: Uma palavra será dada para um participante aleatório, que deverá descrever características de sua palavra para que os demais tentem adivinhar. Cada participante terá oportunidade de dar as dicas. A pontuação anotada dos acertos é estimulante e didática. Objetivo: Estimular a atenção e o raciocínio por meio da adivinhação. Dificuldade: Palavras menos frequentes são mais desafiadoras.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
34	Percepção visual, atenção e concentração	Tarefa Cognitiva: Caça Palavras Descrição: Um caça palavras é apresentado e durante o exercício os participantes precisam achar as palavras e indicar a posição. Durante o descanso o caça palavras é escondido. Objetivo: Estimular a percepção visual, atenção e concentração durante a atividade de encontrar as palavras. Dificuldade: Na criação do caça palavras existe a opção de dificuldades como na diagonal e ao contrário.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
35	Memória de longo prazo e autobiográfica	Tarefa Cognitiva: Quem é o cantor? Descrição: Fotos de cantores antigos serão colocadas e o grupo deverá dizer o nome do cantor, dizer uma música dele, uma curiosidade sobre ele e	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições

Tabela 1 - Visão geral do protocolo de intervenção elaborado pela pesquisadora.

(conclusão)

		compartilhar experiências pessoais evocadas pela música. É importante se atentar a faixa etária deles para colocar cantores da sua juventude em diante. Objetivo: Estimular a memória, emoções e bem-estar através da música. Dificuldade: Cantores mais antigos são mais difíceis de identificar.	Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos
36	Prosódia e Inteligência emocional	Tarefa Cognitiva: Identificação e discussão sobre Emoções Descrição: Mostre imagens de expressões faciais e peça que os participantes identifiquem a emoção representada (como felicidade, tristeza, raiva, surpresa). Depois, peça que compartilhem uma experiência pessoal relacionada a essa emoção e discutam como lidaram com ela. Objetivo: Melhorar a inteligência emocional, incluindo a capacidade de reconhecer e entender emoções em si mesmos e nos outros.	Intensidade (%): 50-69% (Moderada) medida pela faixa de repetição e OMNI-Res: 6 (Um Pouco Difícil) a 8 (Difícil) Volume: 3 séries de 10-15 repetições Exercícios: Agachamento livre, Desenvolvimento, Subir no step, Supino, Flexão de Joelho unilateral, Remada unilateral e Abdominal. Intervalo de descanso entre séries e exercícios: 1 minuto a 2 minutos

4.7.1 Protocolo de Estimulação Cognitiva

A elaboração do protocolo de estimulação cognitiva foi fundamentada em estudos anteriores de nosso grupo de pesquisa (Da Silva *et al.*, 2022; Jardim *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2014). Foram realizados estímulos à múltiplos domínios cognitivos como fala, memória de curto e longo prazo, pensamento matemático, fluência verbal e semântica, raciocínio, atenção, concentração, percepção visual e espacial, flexibilidade cognitiva, velocidade de inibição, criatividade, planejamento e organização, tomada de decisão, prosódia e inteligência emocional. Para esses estímulos foram realizadas atividades como lembrar palavras, cálculos matemáticos, associações a músicas, adivinhação de palavras, troca de tarefas, criação de histórias, evocação de cantores, teste *stroop* adaptado, perguntas de conhecimentos gerais, atividades com estímulos olfatórias, jogo de escolhas, planejamento de viagem, identificação e discussão de emoções. As estimulações cognitivas foram realizadas em grupo, porém com adaptações para o nível de dificuldade individual de cada participante. Um profissional treinado foi responsável somente por essa estimulação durante a intervenção para melhor aproveitamento.

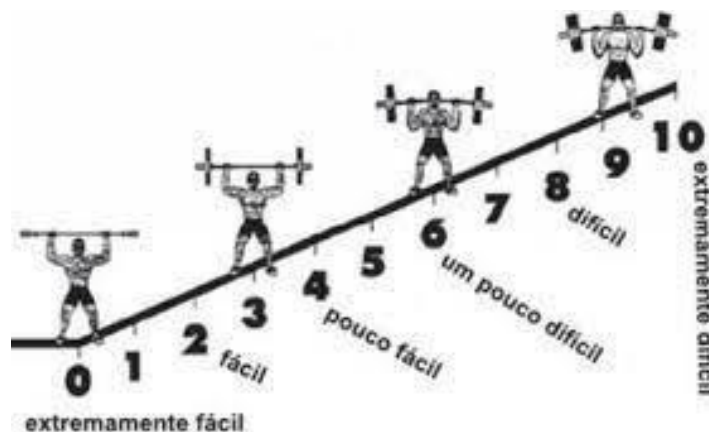
4.7.2 Protocolo de Exercício Físico Resistido

Para elaboração do protocolo utilizamos o acrônimo FITT-VP (Frequência, Intensidade, Tempo, Tipo – Volume, Progressão) (Ivers *et al.*, 2019; Kanaley *et al.*, 2022; Silva Junior *et al.*, 2022). Os participantes realizaram 36 sessões de atendimento, com uma frequência de 3 vezes por semana, intensidade moderada, por 60 minutos em cada sessão incluindo um período de aquecimento (mobilidade geral), exercícios principais (exercícios de força) e desaquecimento (alongamento dinâmico), sendo o tipo de exercício resistido global para os principais grupamentos musculares. O volume foi programado como 3 séries de 10 a 15 repetições e a progressão foi realizada pelo aumento da carga ou dificuldade do exercício de acordo com a faixa de repetição e percepção de esforço. Cada sessão de intervenção foi supervisionada por 2 a 3 profissionais Fisioterapeuta e professores de Educação Física.

Para monitorar a intensidade do esforço utilizamos a escala subjetiva de esforço de OMNI-RES em cada sessão de exercício. A escala pontua níveis de 0 (extremamente fácil) a 10 (extremamente difícil), sendo adequada para monitorar o exercício de resistência, uma vez que, representa zonas de intensidade de exercício que possuem relações com as alterações biomecânicas associadas à proximidade da falha da contração muscular, como tendência a isometria, alteração de cadência, alteração da técnica e tendência a apneia (Morishita *et al.*,

2019; Robertson *et al.*, 2003). Utilizamos 6 (um pouco difícil) a 8 (difícil) como valores de referência para a intensidade percebido de esforço. Por se tratar de uma escala subjetiva, na qual a percepção pode ser variável, os pesquisadores ficaram responsáveis em observar as alterações biomecânicas para intervir com ajustes de carga e número de repetições quando necessário.

Figura 3 - Escala Subjetiva de Esforço de OMNI-RES (OMNI – Resistance Exercise Scale).



Fonte: Adaptada de Robertson et al., 2003.

Os ajustes de carga de treinamento foram realizados para assegurar que a intensidade estivesse dentro da faixa moderada, permitindo entre 10 e 15 repetições. Caso o participante conseguisse realizar mais de 15 repetições, isso foi considerado um indicativo da necessidade de ajuste na carga. Para esse ajuste, incrementos sucessivos de 2% a 10% do peso total carregado foram aplicados, até se alcançar a carga ideal que permitisse a realização de, no mínimo, 10 repetições e, no máximo, 15 repetições. Além disso, para a progressão das cargas, foram observadas as seguintes características no desempenho técnico dos exercícios: alterações na técnica, tendência à isometria, redução no ritmo de execução e bloqueio respiratório (Abrahin *et al.*, 2014).

Cada sessão foi composta por sete exercícios, realizados em séries de repetições com intervalos pré-determinados, conforme descrito na Tabela 1. Os exercícios tiveram como alvo os principais grupos musculares envolvidos na funcionalidade e mobilidade, incluindo abdominais, peitorais, deltoides, tríceps, dorsais, glúteos, quadríceps e isquiotibiais. Para isso, foram realizados os seguintes exercícios: agachamento livre com halteres ou barra frontal, desenvolvimento com halteres ou barra, subida no step com flexão de quadril e joelho (com aumento da altura do step ou adição de caneleiras para progressão), supino com halteres ou barra, remada unilateral com barra, flexão de joelho unilateral em pé com caneleira e abdominal

infra com caneleira para progressão, quando necessário.

O treinamento foi iniciado com um período de familiarização de duas semanas, no qual os participantes aprenderam a manusear os equipamentos e desenvolveram consciência corporal dos exercícios. Durante este período, as tarefas cognitivas também foram simplificadas. A intensidade do exercício durante a familiarização foi leve (30-49%), conforme a faixa de repetição e a escala OMNI-Res, variando de 3 a 5 (um pouco fácil). Após o período de adaptação, o protocolo de exercícios de resistência foi realizado em intensidade moderada (50-69%), medida pela faixa de repetição e pela escala OMNI-Res, variando de 6 (um pouco difícil) a 8 (difícil).

No início e ao final de cada sessão de exercício, foram monitoradas a pressão arterial (PA) e a glicemia capilar (GC). Para isso, ao chegarem ao laboratório, os participantes descansaram por cinco minutos na posição sentada para a aferição da PA e GC. Foram considerados aptos ao treinamento aqueles cuja PA estivesse inferior a 140x90 mmHg e glicemia capilar de até 270 mg/dL. Caso a glicemia estivesse superior a 270 mg/dL, seriam seguidas as orientações descritas em Ribeiro (2022). Além disso, foram coletadas informações sobre possíveis efeitos adversos. O tempo total de permanência do voluntário no local de pesquisa variou em torno de 90 minutos, incluindo a verificação dos sinais vitais e a realização dos exercícios.

4.7.3 Grupo Controle

O grupo controle realizou apenas os cuidados habituais. Os participantes foram convidados a participar da pesquisa e devidamente informados sobre o processo de randomização para alocação nos grupos. Após a alocação, os integrantes do grupo controle foram orientados a manter seus cuidados habituais com a saúde, incluindo a continuidade da rotina de medicações, consultas e hábitos de vida. Durante a reavaliação, todas essas informações foram coletadas, juntamente com a aplicação dos mesmos testes realizados na avaliação inicial. Após a reavaliação, os participantes foram convidados a realizar o protocolo de intervenção.

4.8 Análise dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando a linguagem R, versão 4.1.2 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria). As estatísticas descritivas para variáveis numéricas foram expressas por meio de médias, desvios padrão e intervalos de confiança de 95%. Variáveis categóricas foram apresentadas por suas frequências absolutas e relativas

(percentuais). Adicionalmente, gráficos de linha (pacote ggplot2, versão 3.5.1) foram elaborados para explorar o comportamento da glicemia ao longo das sessões de intervenção, destacando tendências temporais entre os grupos experimentais.

Devido à natureza dos dados com medidas repetidas (erros correlacionados) e à necessidade de flexibilidade para lidar com dados faltantes, optou-se pela aplicação de um Modelo Linear Misto, estimado por máxima verossimilhança restrita (pacote lme4, versão 1.1-35.1). Os fatores fixos incluídos nos modelos foram Tempo (Pré e Pós-intervenção), Grupo (ER-DT, ER e CON) e a interação Tempo:Grupo. O código de identificação (ID) do participante foi incluído como efeito aleatório, permitindo que cada participante tivesse seu próprio intercepto, o que levou em conta a dependência das medidas dentro de cada indivíduo. Um modelo adicional foi ajustado para controlar pela aderência à intervenção. Os modelos com a covariável apresentaram melhores índices de ajuste, com menores valores de AIC (Akaike Information Criterion) e BIC (Bayesian Information Criterion) e, com base em justificativa teórica, optou-se por apresentar os resultados ajustados pela aderência. A estrutura geral do modelo pode ser representada por:

Variável dependente $\sim$ Tempo + Grupo + Aderência + Tempo:Grupo + (1|IDparticipante), onde "variável dependente" se refere às variáveis cognitivas, clínicas ou funcionais avaliadas.

Os pressupostos de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias, linearidade e ausência de outliers foram verificados utilizando o pacote performance (versão 0.11.0). A significância geral dos efeitos fixos foi avaliada por meio de tabelas ANOVA do tipo III, utilizando o teste Qui-Quadrado de Wald. O tamanho do efeito dos fatores fixos foi expresso pelo eta parcial quadrado (η^2p), calculado por meio do pacote effectsize (versão 0.8.6).

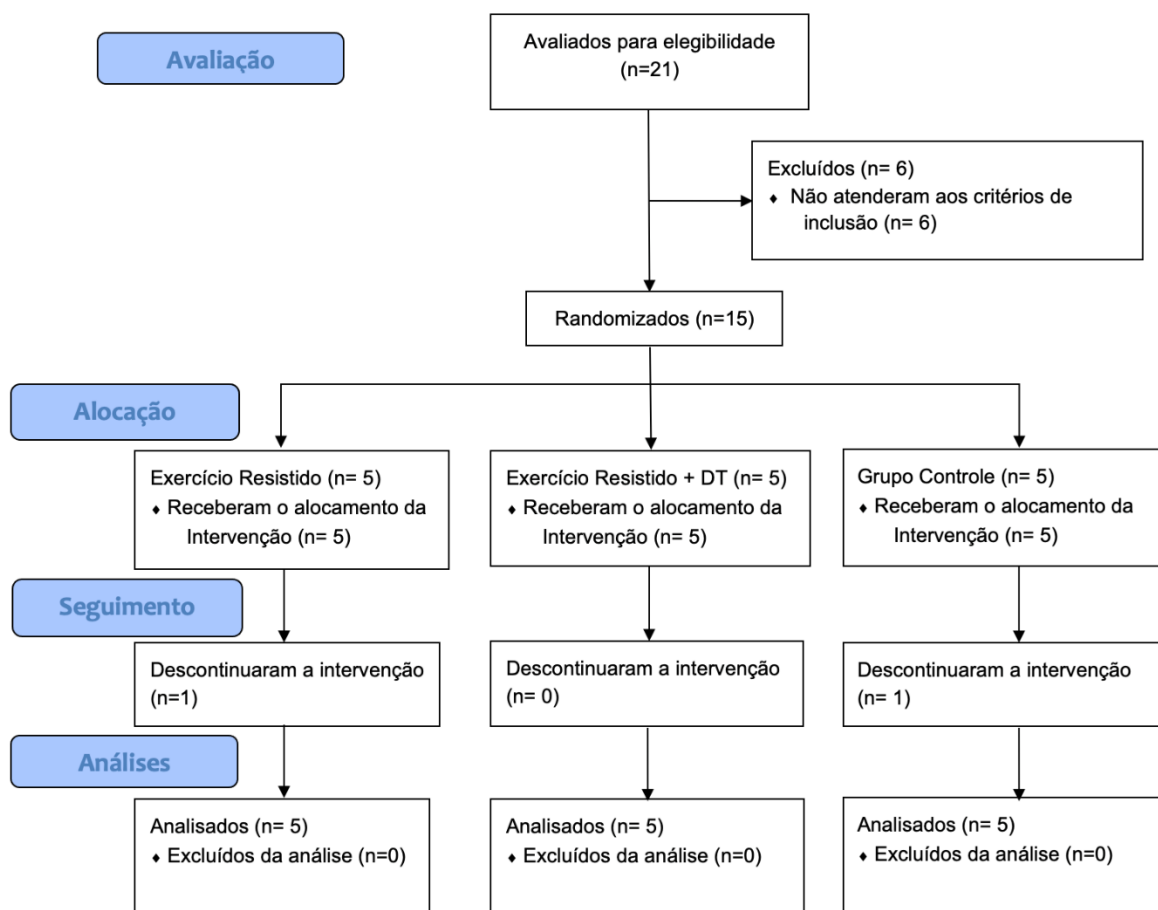
Dado que este é um estudo piloto com tamanho amostral reduzido, para lidar com possíveis violações dos pressupostos e obter estimativas mais robustas, utilizou-se a técnica de bootstrap com 10.000 reamostragens, implementada pelo pacote parameters (versão 0.21.6). As médias marginais do modelo foram estimadas utilizando a mediana da distribuição bootstrap, e os intervalos de confiança de 95% foram calculados. Como análise post-hoc foram realizadas as análises de contrastes pareados entre grupos, com correção de Holm para múltiplas comparações, utilizando o pacote emmeans (versão 1.10.0). A significância estatística foi considerada quando o intervalo de confiança de 95% não continha o valor nulo (semelhante a $p < 0,05$). Os dados foram analisados por intenção de tratar, ou seja, incluindo todos os participantes no modelo, independentemente de adesão ou desistência, uma

vez que o modelo linear misto permite a inclusão de dados de participantes que possuam apenas uma das medidas (ex.: pré), utilizando tais informações para a estimativa dos parâmetros.

5 RESULTADOS

Vinte e um participantes foram inicialmente triados para avaliação de elegibilidade. Desses, 15 voluntários atenderam aos critérios de inclusão e foram randomizados igualmente em três grupos: exercício resistido com dupla tarefa (ER-DT), exercício resistido (ER) e controle (CON). Um participante do grupo ER descontinuou a intervenção, e um participante do grupo controle não realizou a reavaliação (Fluxograma 1). No entanto, considerando a análise por intenção de tratar, os dados de todos os participantes foram incluídos na análise estatística. As características sociodemográficas, clínicas e de autopercepção dos participantes estão apresentadas na Tabela 2.

Fluxograma 1 - Fluxograma dos participantes da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Tabela 2 - Características Sociodemográficas e clínicas da amostra.

Variável	Total (n=15)	ER-DT (n=5)	ER (n=5)	CON (n=5)	Valor de p
Idade (anos)	67,67 ± 5,84	68,60 ± 4,39	68,00 ± 8,03	68,40 ± 5,77	0,87
Escolaridade (anos)	10,70 ± 3,37	8,60 ± 2,38	11,60 ± 3,58	11,90 ± 3,61	0,21
Sexo (%)					N/A
Masculino	8 (53,3)	2 (13,3)	3 (20)	3 (20)	
Feminino	7 (46,7)	3 (20)	2 (13,3)	2 (13,3)	
Estado Civil (%)					N/A
Casado (a)	5 (33,3)	3 (20)	2 (13,3)	0	
Solteiro (a)	5 (33,3)	0	3 (20)	2 (13,3)	
Divorciado (a)	2 (13,3)	0	0	2 (13,3)	
Viúvo (a)	3 (20)	2 (13,3)	0	1 (6,7)	
Raça (%)					N/A
Branco (a)	0	0	0	0	
Preto (a)	2 (13,3)	1 (6,7)	0	1 (6,7)	
Pardo (a)	13 (86,7)	4 (27,6)	5 (33,3)	4 (26,7)	
Tempo de DM (anos)	9,80 ± 5,73	9,60 ± 6,50	11,60 ± 3,58	8,20 ± 7,26	N/A
Hb1Ac (%)	7,96 ± 1,74	7,58±0,82	8,12±2,07	8,18±2,32	0,79
IMC (kg/m²)	31,71 ± 5,78	34,30 ± 7,00	28,94 ± 3,42	31,90 ± 6,17	N/A
Número de Comorbidades (%)					N/A
Nenhuma	0	0	0	0	
Uma	5 (33,3)	2 (13,3)	2 (13,3)	1 (6,7)	
Duas	10 (66,7)	3 (20)	3 (20)	4 (26,7)	
3 ou mais	0	0	0	0	
Presença de Hipertensão Arterial (%)					N/A
Sim	11 (73,3)	4 (26,7)	3 (20)	4 (26,7)	
Não	4 (27,6)	1 (6,7)	2 (13,3)	1 (6,7)	
Nº de medicamentos	3,40 ± 1,76	3,60 ± 1,51	2,40 ± 1,51	4,20 ± 2,05	N/A
Relato de quedas no último ano (%)					N/A
Sim	4 (26,7)	2 (13,3)	1 (6,7)	1 (6,7)	
Não	11 (73,3)	3 (20)	4 (26,7)	4 (26,7)	
Autopercepção de saúde					N/A
Excelente	1 (6,7)	0	0	1 (6,7)	
Muito boa	1 (6,7)	0	1 (6,7)	0	
Boa	7 (46,7)	2 (13,3)	2 (13,3)	3 (20)	
Ruim	6 (40)	3 (20)	2 (13,3)	1 (6,7)	
Péssima	0	0	0	0	
Autopercepção de estresse					N/A
Nunca	3 (20)	1 (6,7)	2 (13,3)	0	
Ocasionalmente	5 (33,3)	1 (6,7)	1 (6,7)	3 (20)	
Pouco	4 (27,6)	1 (6,7)	1 (6,7)	2 (13,3)	
Muito	3 (20)	2 (13,3)	1 (6,7)	0	

Nota: ER-DT: Exercício Resistido com Dupla Tarefa; ER: Exercício Resistido; CON: Controle; HbA1c: Hemoglobina glicada; N/A: Não aplicável. Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) unifatorial.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

A idade média foi semelhante entre os grupos, com média geral de 67,67 ($\pm 5,84$) anos. A escolaridade média variou de 8,60 ($\pm 2,38$) anos no grupo ER-DT a 11,90 ($\pm 3,61$) anos no grupo controle. A maioria dos participantes se autodeclarou parda (86,7%), com leve predomínio de homens (53,3%). Entre os dados clínicos, a média do IMC dos grupos indicou sobrepeso, com a maior média no grupo ER-DT ($34,30 \pm 7,00$ kg/m²). A média de HbA1c esteve maior que valor recomendado para pessoas idosas ($< 7,5\%$) em todos os grupos (Pititto *et al.*, 2022), sugerindo que controle glicêmico inadequado. Além disso, a hipertensão arterial foi prevalente (73,3%), e nenhum participante estava livre de comorbidades. O número médio de medicamentos foi de 3,40 ($\pm 1,76$).

Nos aspectos autopercepção e relacionados ao diabetes mellitus tipo 2, a autopercepção de saúde foi relatada como *boa* pela maior parte dos participantes (46,7%), com apenas 6,7% indicando percepção de saúde *excelente*. Em relação ao estresse, 33,3% relataram estresse ocasional. O tempo médio de diagnóstico de DM foi de $9,80 \pm 5,73$ anos.

5.1 Desempenho cognitivo

Foi observado efeito principal significativo de Tempo nas pontuações do MEEM ($\chi^2(1) = 8,20$, $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,01$), mas não de Grupo ($\chi^2(2) = 4,25$, $p = 0,119$, $\eta^2 = 0,07$). A interação Tempo*Grupo foi significativa ($\chi^2(2) = 12,25$, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,54$). Contrastes pareados baseados na distribuição bootstrap revelaram redução significativa nas pontuações do MEEM entre o pré e pós-intervenção no grupo Controle (diferença média = -2,26; IC 95% [-3,80; -0,64]) e aumento significativo no grupo ER (diferença média = 1,62; IC 95% [0,10; 3,22]). Não foi observada diferença significativa nas pontuações do MEEM entre pré e pós-intervenção no grupo ER-DT (diferença média = 0,19; IC 95% [-1,58; 1,23]) (Figura 4A).

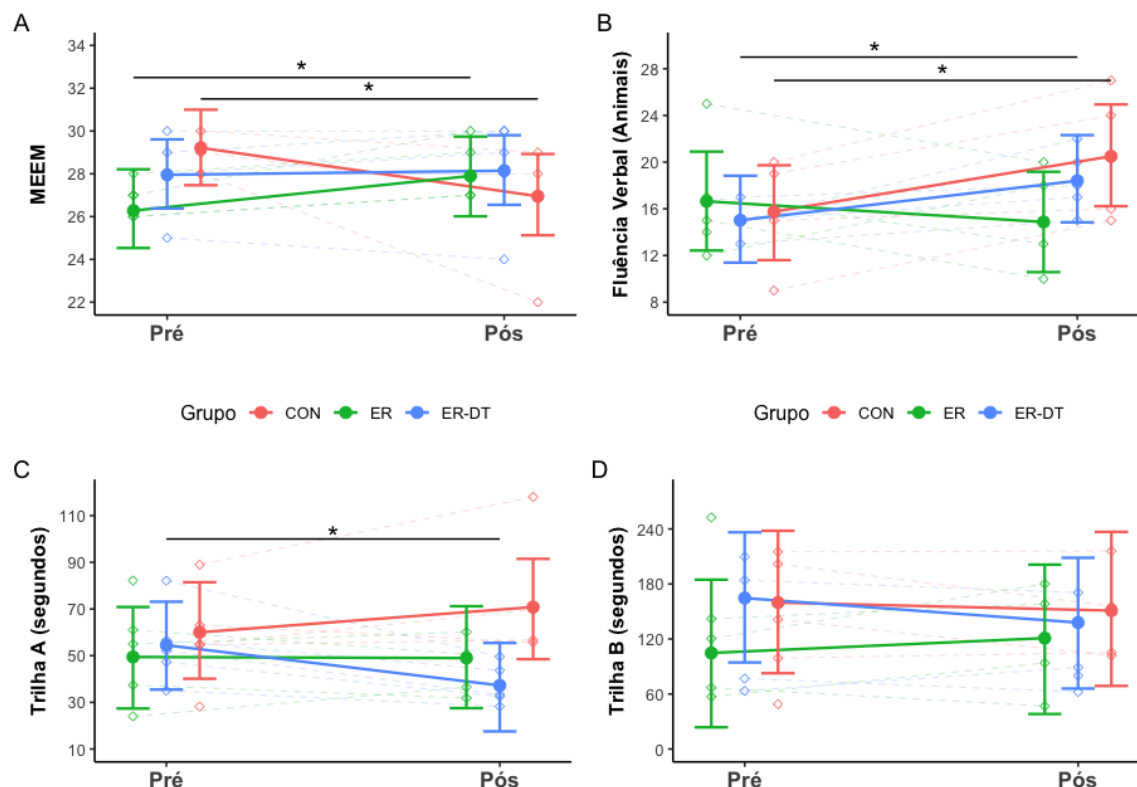
Para o teste de fluência verbal com animais, observou-se efeito principal significativo de Tempo ($\chi^2(1) = 7,16$; $p = 0,007$; $\eta^2 = 0,01$), mas não de Grupo ($\chi^2(2) = 0,34$; $p = 0,843$; $\eta^2 = 0,07$). A interação Tempo e Grupo foi significativa ($\chi^2(2) = 7,57$; $p = 0,023$; $\eta^2 = 0,42$). Contrastes pareados indicaram aumento significativo nas pontuações de fluência verbal entre o pré e pós-intervenção no grupo ER-DT (diferença média = 3,39; IC 95% [0,22; 6,48]) e no grupo Controle (diferença média = 4,75; IC 95% [1,29; 8,33]) (Figura 4B).

Na análise do desempenho no teste Trilhas A não foi identificado efeito principal de Tempo ($\chi^2(1) = 3,25$; $p = 0,07$; $\eta^2 = 0,01$) ou de Grupo ($\chi^2(2) = 0,38$; $p = 0,82$; $\eta^2 = 0,07$). Entretanto, a interação Tempo e Grupo foi estatisticamente significativa ($\chi^2(2) = 12,30$; $p =$

0,002; $\eta^2 = 0,56$). Contrastes pareados indicaram redução significativa nos tempos de execução entre o pré e pós-intervenção no grupo ER-DT (diferença média = -17,21; IC 95% [-27,9; -6,8]) (Figura 4C). No desfecho Trilhas B, não houve efeito principal de Tempo ($\chi^2(1) = 0,05$; $p = 0,814$; $\eta^2 = 0,01$) ou de Grupo ($\chi^2(2) = 1,29$; $p = 0,524$; $\eta^2 = 0,07$), tampouco efeito de interação Tempo e Grupo ($\chi^2(2) = 0,67$; $p = 0,715$; $\eta^2 = 0,06$) (Figura 4D). Para o desfecho Trilhas B-A não registramos resultados significativos [Tempo: $\chi^2(2) = 0,22$, $p = 0,64$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,40$, $p = 0,495$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,40$, $p = 0,815$].

A Figura 4 apresenta o desempenho dos voluntários nos testes cognitivos antes e após a intervenção. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós-intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias.

Figura 4 - Pontuação nos testes cognitivos antes e após a intervenção por grupos.



Nota: (A) MEEM: Mini Exame do Estado Mental; (B) Fluência Verbal com Animais; (C) Teste de Trilhas parte A; (D) Teste de Trilhas parte B. Grupos: CON: Controle; ER: Exercício Resistido; ER-DT: Exercício Resistido com dupla Tarefa. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós-intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias. O asterisco (*) indica diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) intra-grupo.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Foram analisados os dados de avaliação da função inibitória (Teste Flanker). Para a Média do Tempo de Resposta (MTR) na condição Incongruente, observou-se efeito significativo de Tempo ($\chi^2(1) = 7,54$, $p = 0,006$), mas não do Grupo ($\chi^2(2) = 0,64$, $p = 0,728$) ou interação Tempo*Grupo ($\chi^2(2) = 4,90$, $p = 0,086$, $\eta^2p = 0,32$). Contrastes indicaram aumento do tempo de resposta no grupo Controle (diferença média = 86,16, IC 95% = 21,2 a 147,0) sem significância nos demais grupos. Na condição Congruente não foram observados efeitos significativos [Tempo: $\chi^2(1) = 1,11$, $p = 0,291$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,66$, $p = 0,437$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,42$, $p = 0,491$, $\eta^2p = 0,12$].

Nas demais variáveis do teste de Flanker não houve efeito significativo: total de acertos em estímulos congruentes [Tempo: $\chi^2(1) = 1,50$, $p = 0,221$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,39$, $p = 0,824$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 3,24$, $p = 0,198$, $\eta^2p = 0,24$] ou incongruentes [Tempo: $\chi^2(1) = 0,05$, $p = 0,829$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,45$, $p = 0,798$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,98$, $p = 0,372$]. Assim como para a acurácia na condição congruente [Tempo: $\chi^2(1) = 1,79$, $p = 0,181$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,29$, $p = 0,866$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 3,39$, $p = 0,184$, $\eta^2p = 0,25$] ou incongruente [Tempo: $\chi^2(1) = 0,06$, $p = 0,801$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,42$, $p = 0,812$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,86$, $p = 0,394$].

Não houve diferença significativa para o teste de Corsi block para o desfecho Último Item com Tentativa Correta [Tempo: $\chi^2(1) = 0,14$, $p = 0,709$; Grupo: $\chi^2(2) = 2,05$, $p = 0,360$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 5,54$, $p = 0,063$, $\eta^2p = 0,38$], Score Total [Tempo: $\chi^2(1) = 0,06$, $p = 0,811$; Grupo: $\chi^2(2) = 2,23$, $p = 0,328$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 3,53$, $p = 0,172$, $\eta^2p = 0,35$], Total de Respostas Corretas [Tempo: $\chi^2(1) = 0,01$, $p = 0,909$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,79$, $p = 0,408$; Interação Tempo*Grupo ($\chi^2(2) = 4,72$, $p = 0,094$] e Memory Span [Tempo: $\chi^2(1) = 0,01$, $p = 0,909$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,79$, $p = 0,408$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 4,72$, $p = 0,094$].

Para dos demais testes cognitivos também não foram encontradas diferenças significativas, como para o desfecho tempo de Caminhar enquanto fala [Tempo: $\chi^2(1) = 0,04$, $p = 0,848$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,37$, $p = 0,503$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 4,85$, $p = 0,089$, $\eta^2p = 0,32$], para o desfecho número de palavras de Caminhar enquanto fala [Tempo: $\chi^2(1) = 1,49$, $p = 0,222$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,89$, $p = 0,389$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,73$, $p = 0,695$, $\eta^2p = 0,07$], para o desfecho Fluência Verbal com Frutas [Tempo: $\chi^2(1) = 0,12$, $p = 0,728$]; Grupo ($\chi^2(2) = 1,54$, $p = 0,463$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,56$, $p = 0,755$].

Para o CDT também não houve resultados significativos. No CDT_{motor} WWT [Tempo: $\chi^2(1) = 2,69$, $p = 0,101$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,62$, $p = 0,446$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,80$, $p = 0,671$] nem para o CDT_{cognitivo} WWT [Tempo: $\chi^2(1) = 0,08$, $p = 0,773$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,80$, $p = 0,405$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,94$, $p = 0,621$]. No CDT_{motor} SL [Tempo: $\chi^2(1) = 0,04$, $p = 0,843$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,45$, $p = 0,799$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,82$, $p = 0,664$] nem para o CDT_{cognitivo} SL [Tempo: $\chi^2(1) = 0,01$, $p = 0,915$; Grupo: $\chi^2(2) = 3,00$, $p = 0,223$; Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,28$, $p = 0,527$]. A Tabela 3 apresenta esses resultados.

Tabela 3 - Análise do desempenho cognitivo por grupo e tempo

(continua)

Desfecho	Pré- intervenção			Pós-intervenção			Tempo (η^2p)	Grupo (η^2p)	Interação Tempo* Grupo (η^2p)
	ER-DT	ER	CON	ER-DT	ER	CON			
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)			
MEEM (pontos)	28 (26–30)	26 [#] (24–28)	29 [#] (27–31)	28 (27–30)	28 [#] (26–30)	27 [#] (25–29)	0,01*	0,07	0,54*
Trilhas A (segundos)	54 [#] (35–73)	49 (27–71)	60 (40–81)	37 [#] (18–55)	49 (27–71)	71 (48–91)	0,01	0,07	0,56*
Trilhas B (segundos)	165 (94–236)	105 (24–185)	160 (83–238)	138 (66–209)	121 (38–201)	151 (69–237)	0,01	0,07	0,06
Trilhas B-A(segundos)	110 (50–171)	56 (-16–121)	99 (34–167)	101 (40–163)	72 (1–141)	81 (9–156)	<0,01	0,10	0,04
Teste Flanker									
MTR CON (ms)	569 (519–619)	580 (521–637)	618 (562–671)	576 (524–625)	582 (524–640)	604 (548–661)	<0,01	0,09	0,12
MTR INC (ms)	631 (575–690)	648 (581–712)	666 [#] (603–729)	624 (565–681)	650 (583–716)	579 [#] (512–649)	0,21*	0,04	0,32
Acertos CON (pts)	29 (19–38)	31 (20–41)	34 (24–44)	34 (25–43)	27 (16–37)	39 (28–50)	0,07	0,08	0,24
Acertos INC (pts)	21 (10–33)	22 (9–35)	27 (14–39)	32 (21–44)	26 (13–39)	28 (15–42)	0,24	0,01	0,17
Acurácia CON (%)	0,734 (0,482–0,951)	0,761 (0,491–1,026)	0,828 (0,574–1,085)	0,857 (0,623–1,093)	0,666 (0,396–0,935)	0,964 (0,691–1,237)	0,09	0,08	0,25
Acurácia INC (%)	0,520 (0,242–0,813)	0,546 (0,220–0,870)	0,658 (0,348–0,973)	0,803 (0,507–1,083)	0,642 (0,308–0,967)	0,695 (0,365–1,038)	0,23	0,01	0,16

Tabela 3 - Análise do desempenho cognitivo por grupo e tempo

(conclusão)

Teste de Corsi Block									
Última tentativa (nº de blocos)	4,4 (2,9–5,9)	2,8 (0,9–4,5)	3,7 (2,0–5,3)	4,4 (2,9–5,9)	4,3 (2,5–6,0)	3,9 (2,1–5,5)	0,32	0,07	0,38
Score total (pontos)	26 (9–42)	7 (-14–27)	26 (8–43)	22 (5–38)	28 (9–46)	24 (5–43)	0,10	0,06	0,35
Total corretas (nº de sequências)	5,2 (2,5–7,8)	2,5 (-0,9–5,5)	4,9 (2,1–7,8)	5,6 (3,1–8,5)	6,0 (3,0–9,0)	5,0 (2,0–8,0)	0,32	0,04	0,35
Memory Span (nº de blocos)	3,6 (2,3–4,9)	2,3 (0,6–3,8)	3,4 (2,1–4,9)	3,8 (2,6–5,2)	4,0 (2,5–5,5)	3,5 (2,0–5,0)	0,32	0,04	0,35
WWT (segundos)	11 (9–13)	11 (9–13)	12 (11–14)	13 (11–14)	10 (9–12)	13 (11–14)	0,06	0,13	0,32
WWT (animais)	8 (7–9)	7 (6–8)	8 (7–9)	8 (7–9)	7 (6–8)	9 (8–10)	0,16	0,27	0,07
Fluência Verbal (nº animais)	15 [#] (11–19)	17 (12–21)	16 [#] (12–20)	18 [#] (15–22)	15 (11–19)	20 [#] (16–25)	0,01*	0,07	0,42*
Fluência Verbal (nº frutas)	15 (12–18)	17 (13–21)	14 (10–17)	15 (12–18)	15 (11–19)	13 (9–17)	0,04	0,13	0,05
Custo da dupla tarefa									
CDT _{motor} WWT (%)	-16,7 (-29,8– -3,3)	-15,7 (-30,6– -0,9)	-28,6 (-43,0 – -14,1)	-9,6 (-22,9–3,9)	-11,9 (-27,1–3,4)	-13,0 (-29,1–3,0)	0,19	0,07	0,06
CDT _{cognitivo} WWT (%)	22,23 (-11,5–53,1)	50,87 (11,8–92,2)	13,86 (-20,7–47,4)	19,81 (-12,1– 51,9)	15,98 (-18,5– 52,9)	6,67 (-32,2–43,4)	0,05	0,05	0,05
CDT _{motor} SL (%)	-3,7 (-14,7–7,4)	-6,5 (-18,9–5,5)	-9,5 (-22,1–2,0)	-9,3 (-20,8–1,6)	-1,8 (-13,7–11,6)	-7,7 (-20,7–6,3)	<0,01	0,02	0,04
CDT _{cognitivo} SL (%)	-19,86 (-41,2–1,6)	-21,07 (-45,3–1,7)	5,53 (-18,5–27,6)	-6,14 (-26,2–16,1)	-30,59 (-54,5– -6,1)	7,49 (-22,5–36,3)	<0,01	0,32	0,12

Legenda: Comparativo das variáveis cognitivas antes e após a intervenção. Valores expressos em média marginal do modelo e intervalo de confiança (IC 95%); As análises são demonstradas com *eta* parcial quadrado e os valores de $p < 0,05$ são identificados com (*). O (#) indica onde houve interação. MEEM: Mini Exame do Estado Mental; Trilhas B-A: Desempenho no teste de trilhas parte B menos o da parte A; MTR: Média do tempo de reação; WWT: Walk Wille Talking Test – Caminhar enquanto fala; SL: Sentar e Levantar. * Valores de $p < 0,05$. **Fonte:** Elaborado pela pesquisadora

5.2 Variáveis clínicas

Na avaliação das medidas de HbA1c não houve efeito principal significativo do Tempo [$\chi^2(1) = 1,55$, $p = 0,213$], do Grupo [$\chi^2(2) = 0,66$, $p = 0,717$] ou da interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 3,56$, $p = 0,169$] (Figura 5A). A avaliação das medidas de PCRU identificou tendência à significância do fator Tempo [$\chi^2(1) = 3,80$, $p = 0,051$], sem efeito principal significativo de Grupo [$\chi^2(2) = 2,29$, $p = 0,319$] ou da interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 0,35$, $p = 0,838$] (Figura 5B).

Para o desfecho Triglicerídeos, não foi identificado efeito principal significativo do Tempo [$\chi^2(1) = 1,72$, $p = 0,189$], Grupo [$\chi^2(2) = 1,44$, $p = 0,488$] ou da interação Tempo*Grupo também não foi significativa [$\chi^2(2) = 3,75$, $p = 0,154$].

Na avaliação da Circunferência da Cintura foi identificado efeito principal do Tempo [$\chi^2(1) = 15,19$, $p < 0,001$] e da interação entre Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 8,23$, $p = 0,016$], mas não houve efeito principal de Grupo [$\chi^2(2) = 1,17$, $p = 0,557$]. Os tamanhos de efeito foram grandes para Tempo ($\eta^2p = 0,47$) e para a interação Tempo*Grupo ($\eta^2p = 0,45$). Contrastes revelaram aumento significativo da circunferência da cintura no grupo CON (diferença média = 9,70; IC 95% [7,20; 12,20]), enquanto os grupos ER e ER-DT apresentaram mudanças não significativas (Figura 5D).

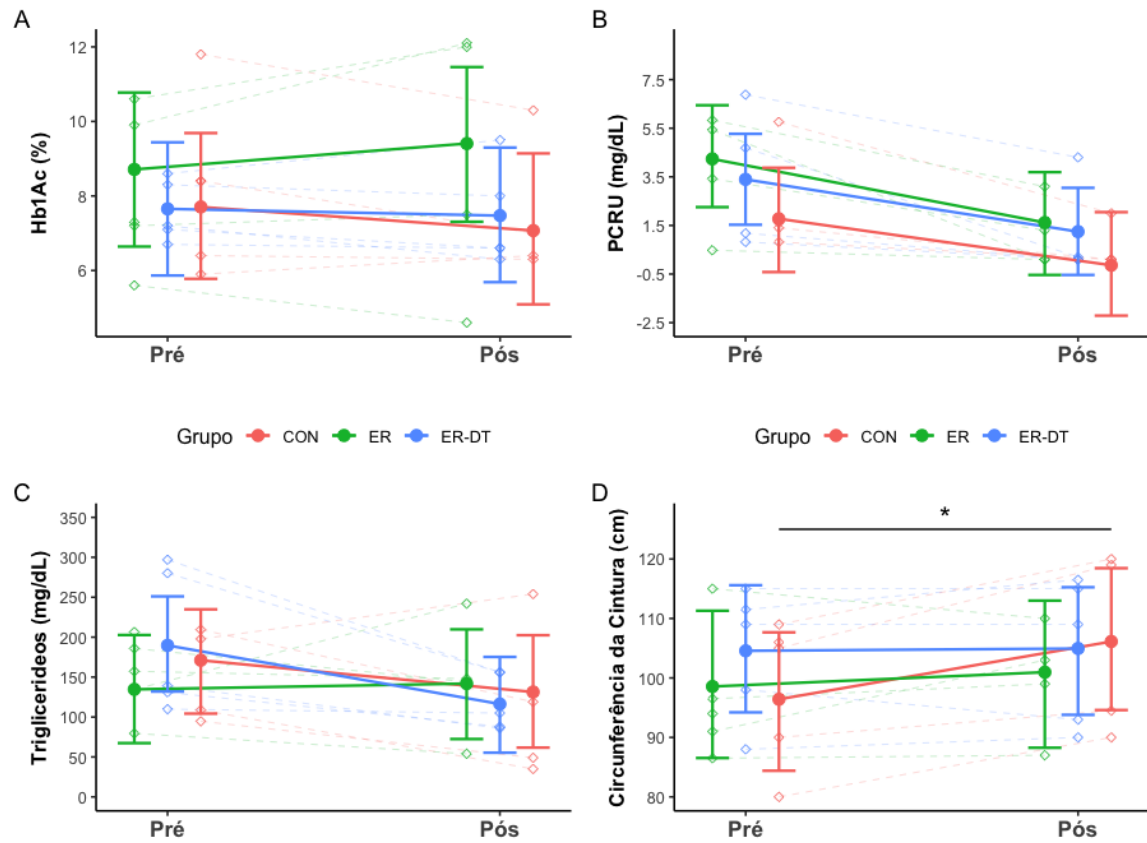
A Figura 5 apresenta o resultado dos parâmetros clínicos dos voluntários antes e após a intervenção. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós-intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias.

Em relação as variáveis dos exames clínicos (Tabela 4), não foram observados efeitos significativos para glicemia em jejum [Tempo: $\chi^2(1) = 0,66$, $p = 0,418$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,70$, $p = 0,706$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 2,29$, $p = 0,318$], glicemia Média Estimada [Tempo: $\chi^2(1) = 1,40$, $p = 0,237$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,65$, $p = 0,723$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 3,76$, $p = 0,152$], creatinina [Tempo: $\chi^2(1) = 2,89$, $p = 0,089$; Grupo: $\chi^2(2) = 2,11$, $p = 0,348$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 2,75$, $p = 0,253$], colesterol Total [Tempo: $\chi^2(1) = 0,003$, $p = 0,958$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,82$, $p = 0,402$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,735$, $p = 0,693$], colesterol HDL [Tempo: $\chi^2(1) = 0,036$, $p = 0,850$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,001$, $p = 0,999$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,493$, $p = 0,782$], colesterol LDL [Tempo: $\chi^2(1) = 0,205$, $p = 0,651$; Grupo: $\chi^2(2) = 4,18$, $p = 0,124$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,192$, $p = 0,909$].

Nas variáveis antropométricas não foi encontrado efeito significativo na avaliação do IMC [Tempo: $\chi^2(1) = 0,645$, $p = 0,422$; Grupo: $\chi^2(2) = 2,24$, $p = 0,326$; Interação

Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,37$, $p = 0,504$], da Circunferência do Quadril [Tempo: $\chi^2(1) = 0,558$, $p = 0,455$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,39$, $p = 0,500$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,24$, $p = 0,539$].

Figura 5 - Resultado dos parâmetros clínicos antes e após a intervenção por grupos.



Nota: (A) Hb1Ac: Hemoglobina glicada; (B) PCRU: Proteína C Reativa Ultrasensível; (C) Triglicerídeos; (D) Circunferência da cintura. Grupos: CON: Controle; ER: Exercício Resistido; ER-DT: Exercício Resistido com dupla Tarefa. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias. O asterisco (*) indica diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) intra-grupo.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Tabela 4 - Análise das variáveis clínicas por grupo e tempo

(continua)

Desfecho	Pré-intervenção			Pós-intervenção			Tempo (η^2p)	Grupo (η^2p)	Interação Tempo* Grupo (η^2p)
	ER-DT	ER	CON	ER-DT	ER	CON			
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)			
Hb1Ac (%)	7,6 (5,9–9,4)	8,7 (6,6–10,8)	7,7 (5,8–9,7)	7,5 (5,7–9,3)	9,4 (7,3–11,5)	7,1 (5,1–9,1)	<0,01	0,12	0,26
Glicemia (mg/dL)	150 (98–204)	174 (111–234)	136 (76–192)	145 (90–196)	196 (132–255)	147 (88–207)	0,13	0,10	0,18
GME (mg/dL)	173 (121–225)	203 (143–263)	174 (119–232)	167 (113–217)	226 (164–285)	157 (96–214)	<0,01	0,13	0,27
PCRU (mg/L)	3,4 (1,5–5,3)	4,2 (2,3–6,4)	1,8 (-0,4–3,9)	1,2 (-0,5–3,0)	1,6 (-0,5–3,7)	-0,1 (-2,2–2,0)	0,65	0,16	0,04
Triglicerídeos (mg/dL)	190 (132–251)	135 (67–203)	171 (104–235)	116 (55–176)	142 (72–210)	131 (62–202)	0,28	0,01	0,26
Creatinina (mg/dL)	0,87 (0,68–1,05)	1,04 (0,83–1,26)	1,03 (0,82–1,22)	0,88 (0,69–1,06)	1,06 (0,84–1,27)	0,93 (0,71–1,13)	0,04	0,15	0,23
Colesterol Total (mg/dL)	174 (146–202)	194 (162–226)	161 (130–192)	170 (143–200)	212 (180–245)	162 (129–197)	0,02	0,31	0,06
Colesterol HDL (mg/dL)	45,0 (37,0–53,3)	45,1 (36,3–54,8)	45,0 (36,1–53,9)	48,8 (40,8–57,2)	45,6 (36,1–54,9)	45,7 (36,5–55,6)	0,05	<0,01	0,05
Colesterol LDL (mg/dL)	91,7 (67,8–117)	123,0 (95,1–151)	81,2 (54,6–108)	98,6 (74,4–124)	137,2 (108,8–165)	87,8 (58,6–117)	0,12	0,39	0,02
Índice de Massa Corporal (kg/m²)	34,3 (29,2–39,4)	28,4 (22,8–34,7)	32,3 (26,8–37,9)	34,7 (29,4–39,6)	28,6 (22,9–34,8)	31,9 (26,1–37,3)	<0,01	0,18	0,12
Circunferência do Quadril (cm)	111 (102–120)	104 (94–114)	105 (95–115)	113 (104–122)	102 (92–112)	107 (97–117)	0,02	0,15	0,11

Tabela 4 - Análise das variáveis clínicas por grupo e tempo

(conclusão)

Circunferência da Cintura (cm)	105 (94–116)	99 (86–111)	96 [#] (84–108)	105 (94–115)	101 (88–113)	106 [#] (95–118)	0,47*	0,04	0,45*
---------------------------------------	-----------------	----------------	-----------------------------	-----------------	-----------------	------------------------------	-------	------	-------

Legenda: Comparativo das variáveis clínicas antes e após a intervenção. Valores expressos em média marginal do modelo e intervalo de confiança (IC 95%); As análises são demonstradas com *eta* parcial quadrado e os valores de $p < 0,05$ são identificados com (*). O (#) indica onde houve interação. Hb1Ac: Hemoglobina Glicada; GME: Glicemia Média Estimada, PCRU: Proteína C Reativa Ultrassensível.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

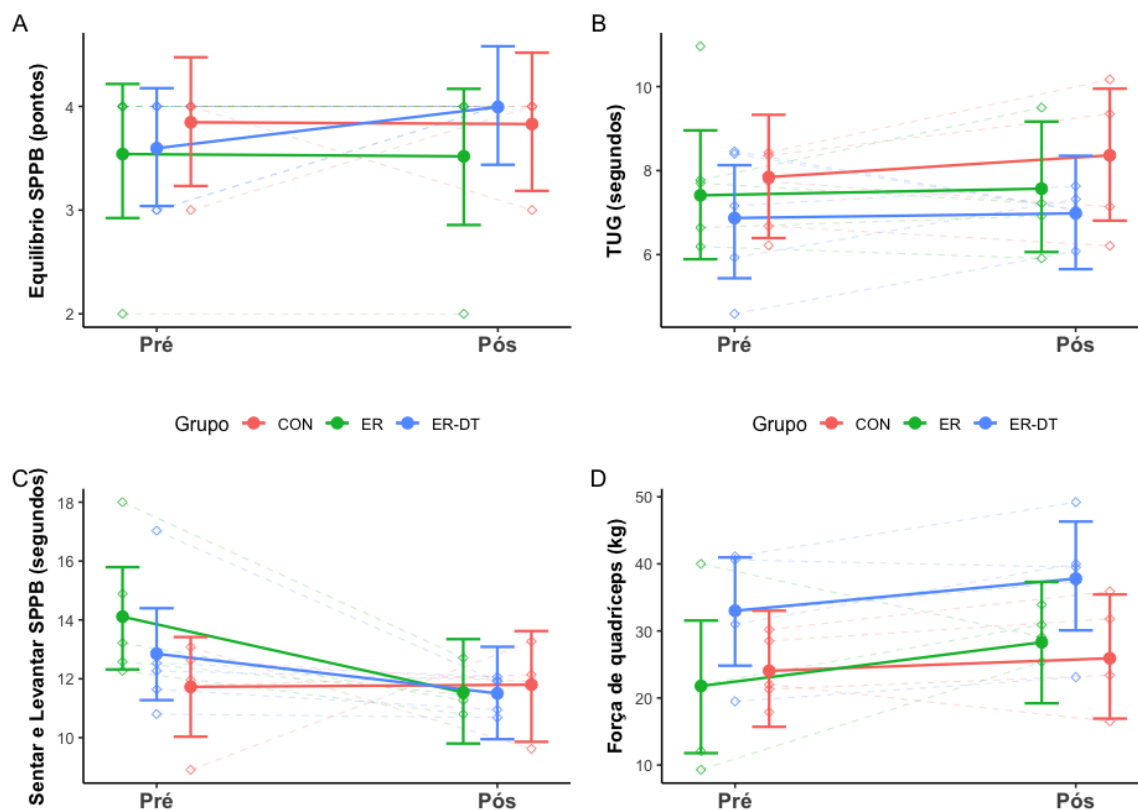
5.3 Desempenho funcional

A avaliação da funcionalidade através do SPPB não apresentou efeitos principais significativos, na avaliação do score total [Tempo: $\chi^2(1) = 0,75$, $p = 0,386$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,23$, $p = 0,891$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,03$, $p = 0,985$] ou de seus componentes. Na avaliação do componente equilíbrio, avaliado no SPPB, não foram observados efeitos significativos de Tempo [$\chi^2(1) = 0,005$, $p = 0,946$], Grupo [$\chi^2(2) = 0,45$, $p = 0,800$] ou da interação dos fatores Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 1,75$, $p = 0,416$] (Figura 6A). Para avaliação da força muscular de membros inferiores (tempo para sentar e levantar – SPPB) não foram observados efeitos significativos de Tempo [$\chi^2(1) = 0,004$, $p = 0,950$], Grupo [$\chi^2(2) = 3,10$, $p = 0,212$] ou interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 2,61$, $p = 0,271$] (Figura 6C). Não foram encontradas diferenças significativas na avaliação da velocidade da marcha (tempo para caminhar 4 metros – SPPB) [Tempo: $\chi^2(1) = 0,12$, $p = 0,730$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,25$, $p = 0,885$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,55$, $p = 0,461$].

Na avaliação da mobilidade funcional (TUG) não foram observados efeitos significativos de Tempo [$\chi^2(1) = 0,73$, $p = 0,394$], Grupo [$\chi^2(2) = 0,96$, $p = 0,618$] ou interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 0,27$, $p = 0,874$] (Figura 6B). A avaliação da força de quadríceps não indicou efeitos significativos de Tempo [$\chi^2(1) = 0,27$, $p = 0,606$], Grupo [$\chi^2(2) = 4,13$, $p = 0,127$] ou interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 0,69$, $p = 0,710$] (Figura 6D).

A Figura 6 apresenta o resultado dos desempenho funcional dos voluntários antes e após a intervenção. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós-intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias.

Figura 6 - Desempenho funcional antes e após a intervenção por grupo.



Nota: (A) SPPB: Short Physical Performance Battery, etapa de avaliação de equilíbrio; (B) TUG: Timed Up and Go Test; (C) SPPB: Short Physical Performance Battery, etapa de sentar e levantar; (D) Força de quadríceps. Grupos: CON: Controle; ER: Exercício Resistido; ER-DT: Exercício Resistido com dupla Tarefa. Os pontos preenchidos e as barras verticais representam, respectivamente, as médias marginais e o intervalo de confiança de 95% obtidos por meio da distribuição bootstrap em cada avaliação (pré e pós intervenção). Os pontos vazados indicam os dados individuais de cada participante e as linhas tracejadas suas trajetórias individuais..

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Em relação à força de preensão manual foram observados efeitos significativos para Grupo [$\chi^2(2) = 6,07$, $p = 0,048$], com tamanho de efeito moderados ($\eta^2p = 0,37$). Não foram identificados efeitos principais para Tempo [$\chi^2(1) = 0,37$, $p = 0,545$] ou para a interação Tempo*Grupo [$\chi^2(2) = 0,51$, $p = 0,777$]. A análise post hoc indicou diferença entre o grupo ER e ER-DT no baseline (diferença média = -8,68; IC 95% [-15,66; -1,76]) e na reavaliação (diferença média = -7,43; IC 95% [-14,43; -0,45]). As médias apontam redução de 4,9% (de 30,5 kgf para 29,0 kgf) no grupo Controle, redução de 0,6% (de 32,3 kgf para 32,1 kgf) no Grupos ER-DT e aumento de 4,2% (de 23,7 kgf para 24,7 kgf) no grupo ER. Em relação à força de quadríceps, não foram observados efeitos significativos para as variáveis Tempo para Pico de Força no Quadríceps [Tempo: $\chi^2(1) = 0,88$, $p = 0,349$; Grupo: $\chi^2(2) = 1,35$, $p = 0,508$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,33$, $p = 0,849$] e Força Incremental no Quadríceps [Tempo

($\chi^2(1) = 1,62$, $p = 0,204$; Grupo: $\chi^2(2) = 2,65$, $p = 0,266$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,01$, $p = 0,995$].

O Nível de atividade física foi medido através do IPAQ. Nos domínios do IPAQ não foram encontrados efeitos significativos de Atividade Moderada [Tempo: $\chi^2(1) = 0,13$, $p = 0,718$; Grupo: $\chi^2(2) = 3,24$, $p = 0,198$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 0,93$, $p = 0,628$], Atividade Vigorosa [Tempo: $\chi^2(1) = 0,01$, $p = 0,908$, Grupo: $\chi^2(2) = 0,08$, $p = 0,962$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 2,80$, $p = 0,247$], Tempo de Caminhada [Tempo: $\chi^2(1) = 0,05$, $p = 0,831$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,31$, $p = 0,858$; Interação Tempo*Grupo: $\chi^2(2) = 1,40$, $p = 0,497$] nem no Escore Total [Tempo: $\chi^2(1) = 0,06$, $p = 0,801$; Grupo: $\chi^2(2) = 0,53$, $p = 0,767$; Interação Tempo*Grupo ($\chi^2(2) = 2,20$, $p = 0,333$]. Esses resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Análise do desempenho físico por grupo e tempo.

(continua)

Desfecho	Pré-intervenção			Pós-intervenção			Tempo (η^2p)	Grupo (η^2p)	Interação Tempo* Grupo (η^2p)
	ER-DT	ER	CON	ER-DT	ER	CON			
	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)	Média (IC 95%)			
Atividade Física (IPAQ)									
Atividade Moderada (MET's/min)	3434 (1242–5763)	1905 (-690–4320)	352 (-2039–2846)	1843 (-396–4134)	1604 (-883–4214)	957 (-1732–3709)	0,02	0,17	0,07
Atividade Vigorosa (MET's/min)	75 (-4467–4849)	717 (-4608–5720)	-428 (-5377–4692)	1682 (-2948–6390)	8692 (3588–14097)	-21 (-5840–5378)	0,20	0,20	0,19
Tempo de Caminhada (MET's/min)	225 (-1845–2227)	964 (-1339–3232)	42 (-2123–2327)	214 (-1789–2342)	3096 (743–5445)	351 (-2090–2847)	0,08	0,17	0,11
Total (MET's/min)	3726 (-3387–10555)	3593 (-4396–11074)	-4 (-7557–7528)	3742 (-3174–10803)	13393 (5667–21468)	1287 (-7403–9344)	0,12	0,20	0,16
Funcionalidade (SPPB)									
Equilíbrio (pontos)	3,6 (3,0–4,2)	3,5 (2,9–4,2)	3,8 (3,2–4,5)	4,0 (3,4–4,6)	3,5 (2,9–4,2)	3,8 (3,2–4,5)	0,05	0,05	0,14
Sentar e Levantar (segundos)	12,9 (11,3–14,4)	14,1 (12,3–15,8)	11,7 (10,0–13,4)	11,5 (10,0–13,1)	11,5 (9,8–13,3)	11,8 (9,9–13,6)	0,25	0,08	0,18
Velocidade da Marcha (segundos)	3,1 (2,5–3,7)	3,0 (2,2–3,6)	3,2 (2,6–3,9)	3,4 (2,8–4,0)	2,8 (2,1–3,5)	3,1 (2,4–3,9)	<0,01	0,07	0,13
Total	10 (9–12)	10 (9–11)	11 (9–12)	11 (10–12)	11 (9–12)	11 (10–11)	0,20	0,03	<0,01

Tabela 5 - Análise do desempenho físico por grupo e tempo.

									(conclusão)
TUG (segundos)	6,9 (5,4–8,1)	7,4 (5,9–9,0)	7,8 (6,4–9,3)	7,0 (5,6–8,3)	7,6 (6,0–9,2)	8,4 (6,8–10,0)	0,06	0,13	0,03
Força de Preensão manual (kg/F)	32 [#] (28–37)	24 [#] (19–29)	31 [#] (25–35)	32 (27–37)	25 (19–30)	29 (24–35)	<0,01	0,37*	0,05
Força de quadríceps									
Força total (kg/F)	33 (25–41)	22 (12–31)	24 (16–33)	38 (30–46)	28 (19–37)	26 (17–35)	0,29	0,33	0,07
Tempo de pico (segundos)	4,6 (4,0–5,1)	4,7 (4,1–5,4)	5,0 (4,5–5,6)	4,1 (3,5–4,6)	4,6 (4,0–5,2)	4,7 (4,0–5,3)	0,10	0,14	0,02
Média da força (kg/F)	24 (18–31)	17 (8–25)	18 (11–26)	29 (22–36)	22 (15–30)	24 (16–31)	0,35	0,29	<0,01

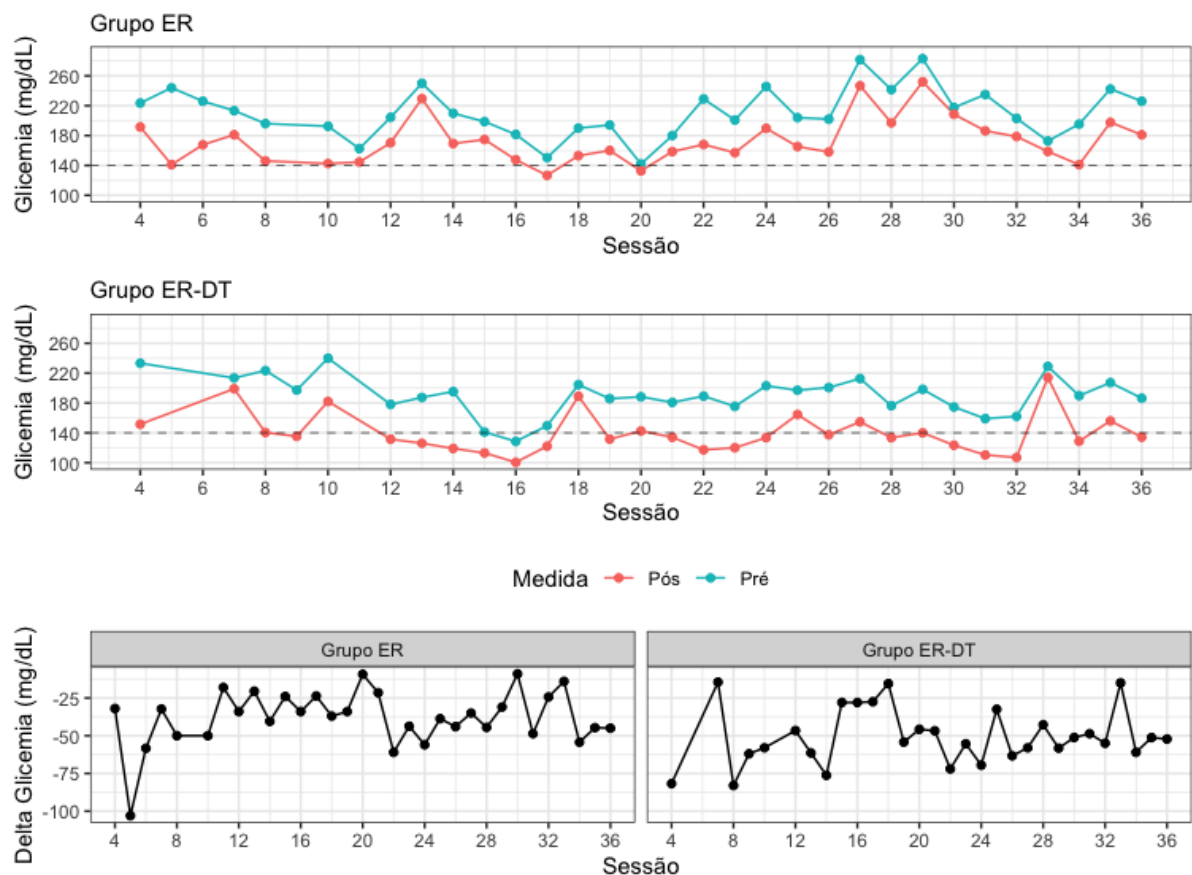
Legenda: Comparativo das variáveis físicas antes e após a intervenção. Valores expressos em média marginal do modelo e intervalo de confiança (IC 95%); As análises são demonstradas com *eta* parcial quadrado e os valores de $p < 0,05$ são identificados com (*). O (#) indica onde houve interação. IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física, SPPB: Short Physical Performance Battery, TUG: Timed Up and Go Test.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

5.4 Comportamento glicêmico

A glicemia capilar foi medida em todas as sessões de exercício físico como parâmetro de segurança para a realização da atividade. A figura 7 ilustra a dinâmica glicêmica percebida nos dois grupos que realizaram exercício resistido.

Figura 7 - Variação da Glicemia Capilar Pré e Pós-Exercício em 36 Sessões: Comparação entre Grupos de Exercício Resistido e Exercício Resistido associado a dupla tarefa.



Legenda: Comportamento da glicemia capilar (mg/dL) medida antes e após cada uma das 36 sessões de intervenção nos grupos que realizaram o exercício isolado (ER) e exercício com dupla tarefa (ER-DT). Os dados ilustram as alterações agudas provocadas pelas sessões de exercício físico sobre o controle glicêmico em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2. A cor azul registra a média da glicemia pré-exercício e a cor vermelha simboliza a média da glicemia pós-exercício. O gráfico superior indica o desempenho do grupo ER (Exercício Resistido), o gráfico ao centro indica o desempenho do grupo ER-DT (Exercício Resistido com Dupla Tarefa) e os gráficos inferiores indicam a média do delta de variação da glicemia nos dois grupos.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A análise demonstra variações nos níveis glicêmicos após as sessões em ambos os grupos, refletindo os efeitos agudos do exercício físico sobre a glicemia. Observa-se uma tendência de redução glicêmica ao término das sessões, evidenciando a resposta metabólica imediata ao exercício, fazendo com que os voluntários tenham a glicemia pós-prandial mais

perto do esperado (140 mg/dL). Esses achados corroboram a literatura sobre o papel do exercício físico no controle glicêmico, especialmente em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2, destacando a relevância de intervenções estruturadas tanto em contextos isolados quanto com sobrecarga cognitiva.

5.5 Aderência e eventos adversos

A adesão dos participantes ao protocolo variou entre os grupos, sendo maior no grupo ER-DT, com uma frequência média de comparecimento às sessões de 80%, em comparação a 60,56% no grupo ER. O grupo controle não realizou sessões estruturadas, mas participou das avaliações iniciais e finais. Houve duas desistências ao longo do estudo: uma no grupo controle e outra no grupo ER, ambas justificadas por dificuldades pessoais que impossibilitaram a continuidade da participação.

Para o controle de eventos adversos, os participantes foram orientados a relatar quaisquer ocorrências durante a intervenção. No grupo ER foram registrados dois eventos de hipoglicemia pós-exercício e um caso de dor muscular tardia. Enquanto no grupo ER-DT foram observados dois eventos de hipoglicemia pós-exercício e dois casos de dor articular nos joelhos durante as sessões. Todos os participantes foram orientados sobre os cuidados com hipoglicemia, incluindo a alimentação adequada antes do exercício. Em casos de dor muscular tardia intensa, as cargas de exercício foram ajustadas na sessão posterior para evitar desconforto adicional e melhorar a adaptação ao protocolo. Nos casos de dor articular a fisioterapeuta da equipe realizava avaliação, acompanhava a execução de perto e adaptava o exercício se necessário. A dor articular foi relatada desde a avaliação inicial, mas com o adequado acompanhamento melhorou (Escala Visual Analógica de dor: zero).

No grupo ER, dois participantes apresentaram comportamentos que podem ter confundido os resultados. Uma participante interrompeu o uso da medicação prescrita (insulina) por conta própria, acreditando que o exercício seria suficiente para o controle glicêmico, mesmo após diversas conversas esclarecedoras com a equipe e a coordenação da pesquisa. Além disso, ela também relatava dificuldades em conseguir a medicação devido a falta na unidade de saúde responsável pela entrega. Outro participante não seguia cuidados básicos com alimentação e medicação, além de consumir bebidas alcoólicas todos os fins de semana, o que alterava significativamente os níveis de glicemia. Esses fatores destacam a importância de monitorar rigorosamente as variáveis externas que podem impactar os desfechos e a necessidade de

reforçar orientações individualizadas para garantir o sucesso das intervenções (Ribeiro, 2022; Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023).

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver estudo piloto de um ensaio clínico randomizado, controlado e cego simples, avaliar sua viabilidade e a influência do protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa (ER-DT) sobre o desempenho cognitivo, controle glicêmico, metabólico e capacidade funcional de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2, em comparação aos impactos do exercício resistido praticado de modo isolado (ER) e aos cuidados habituais (Grupo controle). Foram encontrados efeitos da intervenção ER-DT na melhora da função executiva (teste de trilhas parte A; $\eta^2p = 0,56$), estabilidade na função cognitiva geral (MEEM; $\eta^2p = 0,54$) e melhora da fluência verbal (aumento do número de palavras evocadas; $\eta^2p = 0,42$). Neste contexto, a intervenção ER proporcionou estabilidade da função executiva (teste de trilhas A; $\eta^2p = 0,56$) e melhora na função cognitiva geral (MEEM; $\eta^2p = 0,54$). A hipótese estabelecida foi de que os grupos de exercício melhorariam o desempenho, com tamanho de efeito maior no grupo ER-DT. De fato, os dois grupos apresentaram melhora de desempenho, sendo que o grupo ER-DT apresentou melhora em mais variáveis cognitivas (trilhas A e Fluências verbal) que o grupo ER (MEEM).

O envelhecimento populacional, aliado à alta prevalência do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), apresenta um desafio significativo para os sistemas de saúde, dado o impacto dessa condição crônica na qualidade de vida e na sobrecarga financeira (Rowley *et al.*, 2017). Este estudo teve como objetivo fornecer contribuições à compreensão dos efeitos de intervenções multidimensionais no manejo do DM2. A seguir, são discutidos os avanços obtidos, as limitações identificadas e as implicações clínicas e científicas que emergem dos resultados, bem como o papel essencial dos estudos piloto no refinamento metodológico e no delineamento de futuras pesquisas (Eldridge *et al.*, 2016).

A amostra do presente estudo foi composta por uma população de idosos jovens, com média de idade de 67,67 ($\pm 5,84$) anos, sendo o tempo médio de diagnóstico de DM2 próximo de 10 anos ($9,80 \pm 5,73$). Esses dados indicam que alguns participantes receberam o diagnóstico ainda na idade adulta, refletindo a alta prevalência da doença nessa faixa etária (International Diabetes Federation, 2021).

A escolaridade média dos participantes foi de cerca de 11 anos ($10,70 \pm 3,37$), representando um nível relativamente alto de instrução, o que pode explicar a motivação dos participantes em aderirem ao programa de atividade física. Estudos anteriores demonstraram que o nível de educação é entendido como um *proxi* da reserva cognitiva e influencia positivamente o desempenho cognitivo dos voluntários em tarefas de atenção sustentada,

velocidade psicomotora, reconhecimento e memória episódica (Bento-Torres *et al.*, 2017; Tomás *et al.*, 2023). Entendendo esse contexto, a escolaridade foi usada como um fator de randomização para igualar os grupos e reduzir o risco de viés da pesquisa.

Outro dado relevante é que 73% dos participantes apresentaram diagnóstico de hipertensão arterial sistêmica, distribuídos igualmente entre os grupos. A hipertensão é positiva e significativamente associada à inatividade física, excesso de peso, hiperglicemia, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia (Barreto *et al.*, 2001). Além disso, a multimorbidade (presença de 2 ou mais condições crônicas) está associada ao risco elevado de morte, incapacidade, mau estado funcional, má qualidade de vida e eventos adversos a medicamentos (Salive, 2013).

O índice de massa corporal (IMC) médio da amostra foi classificado como sobrepeso, corroborando com a literatura que identifica essa condição como um fator comum em indivíduos com DM2 (American Diabetes Association, 2021). O sobrepeso e obesidade estão associados ao perfil inflamatório, envolvido na fisiopatologia de muitas doenças crônicas, como a DM2 (Borovcanin, Milica M *et al.*, 2023). Apesar de a literatura relatar que pessoas idosas com DM2 têm uma elevada incidência de quedas devido a fatores como neuropatia periférica e instabilidade postural (Yang *et al.*, 2016), apenas 26% dos participantes relataram quedas no último ano, o que pode estar relacionado ao perfil mais ativo e engajado dessa amostra.

Os achados deste estudo indicaram melhorias significativas em alguns aspectos cognitivos, incluindo: função cognitiva geral, função executiva e fluência verbal. Nossos resultados mostraram que o grupo ER aumentou sua pontuação no Mini Exame do Estado Mental (MEEM), enquanto o grupo ER-DT manteve-se estável e o grupo controle apresentou uma redução nessa pontuação. O MEEM é amplamente utilizado como ferramenta de rastreio para declínio cognitivo, sendo reconhecido pela sua validade e confiabilidade, especialmente em populações idosas (Chun *et al.*, 2021). Entretanto, é importante destacar que os participantes apresentavam pontuações relativamente altas no MEEM no momento inicial do estudo, o que pode ter reduzido a janela de melhora observável devido ao efeito teto para pessoas com alta escolaridade (Franco-Marina *et al.*, 2010). Essa limitação deve ser considerada ao interpretar os resultados, uma vez que indivíduos com desempenho basal elevado podem não apresentar mudanças substanciais em testes de rastreio cognitivo, ainda que benefícios sutis possam estar ocorrendo em domínios específicos da cognição.

Os grupos ER e ER-DT se beneficiaram do papel do exercício físico na melhora do desempenho e na proteção contra o declínio cognitivo associado ao envelhecimento, enquanto o grupo controle, sem intervenção, apresentou a tendência esperada de redução

progressiva no desempenho cognitivo, reforçando a importância de intervenções físicas e cognitivas para mitigar os efeitos deletérios do envelhecimento sobre a cognição (Daskalopoulou *et al.*, 2017; Stillman *et al.*, 2016).

No teste de fluência verbal (animais), os grupos ER-DT e CON apresentaram melhora no desempenho, aumentando o número de respostas após a intervenção. Esse resultado é intrigante, especialmente no grupo controle, e pode estar relacionado a fatores como repetição do teste ou aprendizado durante o processo de avaliação, embora a explicação mais robusta seja o impacto direto da intervenção no grupo ER-DT. Estudos prévios apontam que a fluência verbal depende da integração entre as funções executivas e o acesso semântico, além da capacidade de processamento mental rápido (Gustavson *et al.*, 2019). A melhora no grupo ER-DT pode ser atribuída à ativação simultânea de funções cognitivas e motoras durante a intervenção, enquanto o grupo controle pode ter se beneficiado de fatores extrínsecos, como maior engajamento em atividades cotidianas. A melhora observada no grupo controle no tempo de respostas corretas na condição incongruente do teste Flanker não era esperada e indica maior eficácia na resolução de conflitos cognitivos (Sanders *et al.*, 2018) e pode estar relacionada ao maior engajamento do grupo controle nas avaliações.

Os resultados do Teste de Trilhas merecem destaque, uma vez que este é amplamente reconhecido como um indicador prognóstico do declínio cognitivo (Chapman *et al.*, 2011). Melhorias no desempenho do Trilhas A sugerem aumento na velocidade de processamento e na capacidade de atenção sustentada, enquanto o desempenho no Trilhas B reflete a flexibilidade cognitiva e a função executiva (Llinàs-Reglà *et al.*, 2017). Evidências na literatura indicam que déficits nessas habilidades visuomotoras e cognitivas estão fortemente associados à progressão do declínio cognitivo, sendo preditores relevantes para condições como comprometimento cognitivo leve e demências (Chapman *et al.*, 2011; Leite *et al.*, 2023). A evolução humana desempenhou um papel crucial no desenvolvimento das habilidades visuomotoras (Nilsson, 2022), uma vez que a sobrevivência de nossos ancestrais dependia da capacidade de coordenar percepção visual e movimento motor para caçar, coletar alimentos e fabricar ferramentas (Costa, 2009). Essa integração de sistemas neurais permitiu a adaptação ao ambiente e favoreceu o desenvolvimento de funções executivas mais complexas (Brovelli *et al.*, 2017; Llinàs-Reglà *et al.*, 2017). O fato, de o grupo ER-DT ter apresentado melhora significativa no Trilhas A reforça a relevância dessa abordagem combinada para retardar ou mitigar a deterioração cognitiva em populações vulneráveis. Esse achado sugere que o treinamento resistido associado à dupla tarefa pode desempenhar papel importante na

preservação da cognição, sendo uma estratégia viável para a promoção da saúde cerebral de pessoas idosas com DM2.

A utilização do PEBL (Psychology Experiment Building Language) (Mueller; Piper, 2014) em avaliações cognitivas com pessoas idosas, embora apresente desafios práticos, é defendida por estudos recentes (Scarpina *et al.*, 2021). Durante a condução do presente estudo, observamos que algumas participantes demonstraram dificuldades iniciais ao utilizar o mouse e interagir com a interface digital, o que demandou explicações adicionais e maior tempo de adaptação. No entanto, um artigo específico (Scarpina *et al.*, 2021) investigou a viabilidade do uso do PEBL com pessoas idosas e concluiu que não houve impacto significativo da familiaridade tecnológica nos resultados das tarefas cognitivas, reforçando a aplicabilidade da ferramenta nessa população. Apesar das dificuldades percebidas em situações pontuais, a etapa de familiarização prévia implementada no presente estudo mostrou-se eficaz em mitigar barreiras iniciais e garantir a coleta de dados confiáveis. Assim, os achados corroboram a viabilidade do PEBL como um recurso acessível para avaliações cognitivas em pessoas idosas.

A ordem dos testes aplicados e o possível impacto da fadiga mental são aspectos relevantes a serem considerados em ensaios clínicos que envolvem avaliação cognitiva e física. No presente estudo, optou-se por realizar todos os testes no mesmo dia, em uma sequência predefinida, a fim de minimizar variações nos resultados devido a fatores externos, como diferenças nas condições ambientais ou nos estados emocionais dos participantes. Entretanto, reconhecemos que a aplicação sequencial de formulários, escalas e testes cognitivos pode induzir fadiga mental, o que potencialmente afetaria o desempenho em tarefas subsequentes, especialmente aquelas que demandam maior esforço cognitivo. Estudos anteriores sugerem que a fadiga mental pode prejudicar funções executivas, tempo de reação e precisão em tarefas cognitivas (Kunasegaran *et al.*, 2023) e físicas (Van Cutsem *et al.*, 2017). Assim, para minimizar esse efeito, buscamos intercalar avaliações com menor demanda cognitiva e permitimos pausas entre os testes, visando assegurar a confiabilidade dos resultados. Além disso, garantimos que os testes cognitivos fossem realizados antes dos físicos para evitar o efeito agudo do exercício físico. Futuras investigações podem explorar protocolos que distribuam as avaliações em dias diferentes ou ajustem a ordem de aplicação para avaliar o impacto da fadiga mental em populações semelhantes.

Em relação à análise do custo da dupla tarefa (CDT), não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos. Esse resultado pode ser atribuído ao baixo poder do teste devido ao tamanho reduzido da amostra, mas também à complexidade das funções avaliadas, que podem exigir períodos mais longos de intervenção para alterações mensuráveis. Estudos

sugerem que a interação entre tarefas cognitivas e motoras demanda uma reorganização dos recursos neurais, sendo necessário mais tempo para que essa adaptação se traduza em melhorias mensuráveis (Ngandu *et al.*, 2015). Além disso, ainda há uma carência de medidas clínicas válidas e confiáveis para a avaliação da marcha em dupla tarefa em pessoas com DM2 (Sunny; Dave, 2023).

Nas atividades em dupla tarefa, devido a concorrência dos recursos atencionais, uma das tarefas pode ter seu desempenho prejudicado (McPhee; Cheung; Schmuckler, 2022). Por conta disso, em condição de dupla tarefa, pessoas idosas tendem a priorizar uma das tarefas (Jansen; Van Egmond; De Ridder, 2016). Um protocolo de treinamento em dupla tarefa usou estratégias de priorização, como por exemplo prioridade fixa (o participante é solicitado a tentar prestar igual atenção a ambas as tarefas) ou prioridade variável (metade do protocolo focado em uma tarefa e metade em outra tarefa) (Silsupadol *et al.*, 2009). No presente estudo, não se estabeleceu previamente orientação sobre uma prioridade fixa entre os componentes motor e cognitivo, permitindo que os próprios participantes escolhessem qual aspecto priorizar durante a execução dos exercícios. Essa abordagem reflete uma condição mais próxima das demandas do cotidiano, onde a atenção é distribuída dinamicamente conforme a complexidade da tarefa (Van Criel; Sahu; Bhatt, 2024). No entanto, a observação dos participantes ao longo do protocolo revelou que, diante de exercícios mais desafiadores, a tendência natural foi priorizar o desempenho motor em detrimento da precisão na tarefa cognitiva. Esse comportamento está alinhado com a literatura, que sugere que a alocação de recursos atencionais em tarefas de dupla tarefa ocorre de maneira adaptativa, favorecendo a estabilidade postural e a segurança durante atividades que exigem maior esforço físico (Ercan Yildiz *et al.*, 2024; Ghai; Ghai; Effenberg, 2017). Além disso, o tipo de tarefa cognitiva também pode impactar na priorização da tarefa (Fallah Tafti *et al.*, 2021), quanto maior a carga cognitiva, maior a priorização da tarefa cognitiva (Maclean *et al.*, 2017).

A média de escolaridade dos participantes deste estudo foi de aproximadamente 11 anos ($10,70 \pm 3,37$), indicando que, em média, eles concluíram o ensino médio. Esse nível de escolaridade é superior à média nacional brasileira para indivíduos com 25 anos ou mais, que em 2023 era de 9,9 anos de estudo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024). A elevada escolaridade dos participantes pode ter influenciado positivamente os resultados observados, especialmente em testes cognitivos. Estudos indicam que indivíduos com maior nível educacional tendem a apresentar melhor desempenho em avaliações cognitivas, devido à maior reserva cognitiva acumulada ao longo da vida (Bento-Torres *et al.*, 2017; Tomás *et al.*,

2023). Portanto, ao interpretar os resultados deste estudo, é fundamental considerar o impacto da escolaridade como um fator potencialmente moderador dos efeitos observados.

Os resultados relacionados à hemoglobina glicada (HbA1c) não indicaram melhorias significativas. Esse achado sugere que a prática de atividade física pode ter gerado uma percepção de "compensação" entre os participantes, levando a um cuidado menos rigoroso a outras medidas essenciais para o controle glicêmico, como a dieta e o uso regular de medicamentos (Colberg *et al.*, 2016a) como observado no comportamento de dois participantes do grupo ER citados anteriormente sobre uso inadequado de medicação e comportamento alimentar. Estudos prévios destacam que a redução de HbA1c é mais consistente quando o treinamento físico estruturado é aliado a intervenções nutricionais e realizado de forma regular e prolongada (Ivers *et al.*, 2019; Ribeiro; Carvalho; Bento-Torres, 2023). Uma revisão sistemática e meta-análise identificou que programas estruturados de treinamento físico, incluindo exercícios aeróbicos e resistidos realizados por mais de 150 minutos semanais, resultam em reduções significativas de HbA1c, enquanto intervenções que apenas orientam sobre atividade física não apresentam os mesmos efeitos, a menos que combinadas com recomendações dietéticas (Umpierre, 2011). A adição de uma intervenção dietética simples de educação alimentar a um programa de exercícios melhorou o peso corporal e a composição, mas não o controle glicêmico e a pressão arterial em pacientes de meia-idade e pessoas idosas com DM2 (Vasconcelos *et al.*, 2021).

Por outro lado, o protocolo ER-DT demonstrou tendências sobre marcadores inflamatórios, com redução nos níveis de proteína C-reativa ultrassensível (PCRu) e triglicerídeos, enquanto o grupo controle apresentou aumento na circunferência da cintura. Esses resultados reforçam a relação entre atividade física e a melhora do perfil inflamatório, que está associada à prevenção de complicações cardiovasculares (Cronin *et al.*, 2017). Protocolos que combinam demandas motoras e cognitivas, como o ER-DT, parecem induzir respostas adaptativas ao estresse metabólico imposto pela dupla tarefa, que exige maior ativação muscular e neural, contribuindo para a regulação de citocinas pró e anti-inflamatórias (Ali *et al.*, 2024).

Embora os desfechos físicos não tenham alcançado significância estatística, as variações observadas indicam efeitos iniciais das intervenções. A ausência de significância pode ser atribuída, em parte, ao pequeno tamanho amostral deste estudo piloto, que reduz o poder estatístico. Adicionalmente, os testes empregados, como o SPPB e o TUG, possuem sensibilidade limitada para identificar mudanças sutis na funcionalidade física. Para investigações futuras, a utilização de ferramentas mais sensíveis, como plataformas de força,

pode auxiliar na detecção de alterações mais discretas nos padrões de movimento e equilíbrio (Chen *et al.*, 2021; Duarte; Freitas, 2010).

Além disso, os resultados do Teste Timed Up and Go (TUG) indicaram que os participantes apresentavam bom desempenho funcional no início da intervenção (Lusardi *et al.*, 2017), o que pode ter reduzido a magnitude das melhorias esperadas ao longo do estudo. O TUG é amplamente utilizado para avaliar mobilidade e risco de quedas em pessoas idosas, tempos maiores ou iguais a 12 segundos podem indicar maior risco de quedas futuras (Lusardi *et al.*, 2017), mas sua sensibilidade pode ser limitada em indivíduos que possuem boa capacidade funcional (Barry *et al.*, 2014; Schoene *et al.*, 2013). Atualmente a literatura científica tem apontado sua versão instrumentada (Instrumented Timed Up and Go Test - iTUG) para aumentar seu poder preditivo (Ortega-Bastidas *et al.*, 2023). Dessa forma, a ausência de mudanças expressivas pode estar relacionada ao efeito teto, no qual a evolução do desempenho é menos perceptível devido ao nível inicial elevado dos participantes. Esse fator ressalta a importância de utilizar uma combinação de testes funcionais com diferentes graus de exigência para detectar variações mais sutis na capacidade física em futuras investigações (Barry *et al.*, 2014).

A análise estatística também encontrou diferença na força de preensão manual entre os grupos, o grupo ER em relação ao grupo ER-DT. A diferença na força de preensão manual entre os grupos, com o grupo ER apresentando valores menores no baseline, destaca a necessidade de ajustes estatísticos para variáveis discrepantes, garantindo que os resultados sejam atribuídos às intervenções e não a condições pré-existentes. Devido ao pequeno tamanho da amostra e ao uso de modelos lineares mistos com covariável para a aderência, optar por incluir mais uma variável adicional poderia comprometer o poder estatístico das análises. No entanto, essa informação será utilizada para análise estatística do ensaio final. Essa diferença pode refletir maior nível de comportamento sedentário e menor nível de atividade física (Ramsey *et al.*, 2021) e menor força muscular global (Porto *et al.*, 2019) prévia no grupo ER, influenciando tanto o desempenho inicial quanto o potencial de resposta ao exercício. Como a força de preensão é um marcador funcional relevante (Mehmet; Yang; Robinson, 2020), essas discrepâncias reforçam a importância de estratégias de personalização nos protocolos de exercício e de considerar variáveis basais na randomização para melhorar a validade interna e a robustez de estudos futuros.

O protocolo utilizado consistiu em 60 minutos de atividade física por sessão, totalizando 180 minutos semanais. Esse volume está alinhado com as diretrizes internacionais de atividade física para pessoas idosas, que recomendam no mínimo 150 minutos semanais de

exercício moderado a vigoroso (Rudnicka *et al.*, 2020). Contudo, os achados indicam que volumes superiores a 150 minutos semanais podem ser necessários para atingir efeitos clínicos significativos sobre a HbA1c (Umpierre, 2011).

Outro achado importante foi o efeito agudo do protocolo ER-DT na curva glicêmica, evidenciado pela maior redução nos níveis glicêmicos pós-prandiais. Esse impacto qualitativo pode ser explicado pela maior captação de glicose pelos músculos durante atividades que combinam demandas motoras e cognitivas, potencialmente mediada por vias de sinalização independentes de insulina (Sieck, 2018). Essa resposta reforça o valor de protocolos integrados como estratégias terapêuticas no manejo do DM2, especialmente para o controle de episódios hiperglicêmicos. Para a prática clínica, essa abordagem pode oferecer uma alternativa eficiente para complementar as terapias convencionais, contribuindo para a modulação da glicemia de maneira mais dinâmica e individualizada.

Para a análise estatística, foram ajustados modelos longitudinais com Equações de Estimação Generalizadas (GEE), conforme orientado pela banca. Apesar da robustez do GEE, o baixo tamanho amostral limitou a execução do método com validação bootstrap, que requer maior número de observações para estabilidade nas estimativas. Como alternativa, o Modelo Linear Misto (MLM) foi empregado, mostrando-se mais adequado à estrutura dos dados e ao tamanho da amostra. O MLM permitiu modelar a variabilidade interindividual e intra-sujeito, oferecendo maior flexibilidade analítica. Além disso, sua maior estabilidade no cálculo com bootstrap garantiu estimativas consistentes, mesmo em uma amostra limitada. A inclusão de variáveis como aderência reforçou a compreensão das interações entre os tratamentos e os desfechos avaliados.

A principal limitação deste estudo foi o tamanho reduzido da amostra, que comprometeu a generalização dos resultados e reduziu o poder estatístico. Essa pode ter sido uma limitação para a detecção de diferenças significativas entre grupos e reforça a necessidade de continuidade do estudo para ampliação do número de participantes para aumentar a robustez das análises. Além disso, fatores externos, como variações na dieta e no uso de medicamentos, podem ter influenciado os resultados, evidenciando a importância de controles mais rigorosos em estudos futuros.

Outra limitação deste estudo piloto foi a presença de participantes que faziam uso de medicamentos psicotrópicos, como citalopram, sedativos e pregabalina. Esses medicamentos podem impactar o desempenho cognitivo e motor, introduzindo variabilidade nos resultados. Devido ao pequeno tamanho da amostra e ao uso de modelos lineares mistos com covariáveis, optar por incluir o uso de psicotrópicos como variável adicional poderia comprometer o poder

estatístico das análises. Para mitigar essa limitação, o uso de medicamentos foi detalhado em material suplementar (ANEXO XI - Tabela Suplementar 1) e considerado na interpretação dos resultados. Em futuros ensaios com amostras maiores, será possível controlar melhor essa variável para reduzir seu impacto nos desfechos.

Os hábitos de vida dos participantes do grupo controle variaram significativamente em relação à prática de atividade física, pois, por razões éticas, não houve imposição de restrições durante o período do estudo. Embora a ausência de um protocolo estruturado de treinamento diferencie esse grupo dos demais, foi observado que alguns participantes adotaram novas rotinas de exercício ao longo da intervenção. Especificamente, um participante iniciou a prática de capoeira, enquanto outra passou a frequentar aulas de musculação e pilates. Essas atividades podem ter impactado os desfechos avaliados, uma vez que o exercício físico, independentemente da modalidade, está associado à melhora da função cognitiva e metabólica em pessoas idosas (Cai; Cai; Sen, 2024; Colberg *et al.*, 2016b). Essa variabilidade representa um fator de confusão relevante, pois torna mais difícil isolar os efeitos da ausência de intervenção formal no grupo controle. No entanto, impor restrições absolutas ao grupo controle quanto à prática de exercícios representaria uma limitação ética significativa, visto que a atividade física é amplamente recomendada para pessoas idosas com DM2 como estratégia de promoção da saúde e prevenção de complicações.

7 CONCLUSÃO

Este estudo piloto investigou os efeitos do exercício resistido combinado à dupla tarefa (ER-DT) em comparação ao exercício resistido isolado (ER) e ao grupo controle (CON) sobre o desempenho cognitivo, metabólico e funcional de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2. Os resultados sugerem que a incorporação de tarefas cognitivas durante o treinamento resistido pode ser uma estratégia promissora para otimizar a cognição em indivíduos com DM2.

Os achados demonstraram que tanto o ER quanto o ER-DT promoveram melhoras no desempenho cognitivo. Além disso, o grupo ER-DT demonstrou melhor desempenho na Fluência Verbal e no Teste de Trilhas A, que mede velocidade de processamento e atenção sustentada, sugerindo que a combinação de estimulação cognitiva com o exercício pode potencializar os benefícios cognitivos.

No entanto, não foram observadas diferenças significativas na flexibilidade cognitiva avaliada pelo Teste de Trilhas B, o que pode indicar que intervenções mais prolongadas sejam necessárias para gerar melhorias consistentes em funções executivas mais complexas. Além disso, os dados metabólicos não mostraram mudanças significativas nos níveis de HbA1c, mas houve aumento da circunferência da cintura no grupo controle, sugerindo um possível efeito protetor nos grupos exercício por controlar uma característica com efeito inflamatório, o que deve ser melhor explorado em estudos futuros.

A segurança e viabilidade do protocolo também foram demonstradas, uma vez que não foram relatados eventos adversos graves. A aderência à intervenção foi elevada, o que reforça a aplicabilidade do protocolo em contextos clínicos e de saúde pública.

As principais limitações deste estudo incluem o tamanho reduzido da amostra, o que pode ter comprometido a detecção de diferenças significativas para algumas variáveis, e a presença de participantes em uso de medicamentos psicotrópicos, os quais podem ter influenciado os desfechos cognitivos. Para mitigar essas limitações, estudos futuros devem incorporar amostras maiores e controlar rigorosamente variáveis externas, como o uso de medicamentos e a variabilidade dietética.

Diante dos achados, recomenda-se que futuras pesquisas explorem protocolos mais longos e avaliem os impactos a longo prazo do ER-DT em populações maiores. Além disso, seria interessante investigar os mecanismos neurofisiológicos subjacentes às melhorias cognitivas observadas, como alterações na plasticidade sináptica e na conectividade neural em resposta ao treinamento resistido com estimulação cognitiva.

Em conclusão, este estudo piloto fornece evidências iniciais promissoras de que o exercício resistido associado à dupla tarefa pode ser uma intervenção segura e potencialmente eficaz para a melhora da cognição em pessoas idosas com DM2. Apesar das limitações metodológicas, os resultados sugerem que essa abordagem pode representar uma alternativa viável para prevenir o declínio cognitivo dessa população. Estudos futuros devem expandir esses achados para consolidar a aplicabilidade clínica dessa intervenção.

REFERÊNCIAS

- ABRAHIN, Odilon *et al.* Single- and Multiple-Set Resistance Training Improves Skeletal and Respiratory Muscle Strength in Elderly Women”. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 9, p. 1775–82, 2014.
- ADERINTO, Nicholas *et al.* The impact of diabetes in cognitive impairment: A review of current evidence and prospects for future investigations. **Medicine**, [s. l.], v. 102, n. 43, p. e35557, 2023.
- ALFONSETTI, Margherita; D’ANGELO, Michele; CASTELLI, Vanessa. Neurotrophic factor-based pharmacological approaches in neurological disorders. **Neural Regeneration Research**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 1220–1228, 2022.
- ALI, Pauline *et al.* Smaller cingulate grey matter mediates the association between dual-task gait and incident dementia. **Brain: A Journal of Neurology**, [s. l.], p. awae356, 2024.
- ALI, N. *et al.* The Effects of Dual-Task Training on Cognitive and Physical Functions in Older Adults with Cognitive Impairment; A Systematic Review and Meta-Analysis. **The Journal of Prevention of Alzheimer’s Disease**, [s. l.], 2022a. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.14283/jpad.2022.16>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- ALI, N. *et al.* The Effects of Dual-Task Training on Cognitive and Physical Functions in Older Adults with Cognitive Impairment; A Systematic Review and Meta-Analysis. **The Journal of Prevention of Alzheimer’s Disease**, [s. l.], 2022b. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.14283/jpad.2022.16>. Acesso em: 16 mar. 2023.
- ALZAID, Haidar *et al.* Gait decline while dual-tasking is an early sign of white matter deterioration in middle-aged and older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 14, p. 934241, 2022.
- ALZHEIMER’S DISEASE INTERNATIONAL. **World Alzheimer Report 2024**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <https://www.alzint.org/about/dementia-facts-figures/>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2021. **Diabetes Care**, [s. l.], v. 44, p. S15–S33, 2021.
- ARANDA, María P. *et al.* Impact of dementia: Health disparities, population trends, care interventions, and economic costs. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 69, n. 7, p. 1774–1783, 2021.
- ARCE, Terek; MCMULLEN, Kyla. The Corsi Block-Tapping Test: Evaluating methodological practices with an eye towards modern digital frameworks. **Computers in Human Behavior Reports**, [s. l.], v. 4, p. 100099, 2021.
- BARHA, Cindy K. *et al.* Aerobic exercise improves executive functions in females, but not males, without the BDNF Val66Met polymorphism. **Biology of Sex Differences**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 16, 2023.

- BARRETO, Sandhi Maria *et al.* Hypertension and clustering of cardiovascular risk factors in a community in Southeast Brazil: the Bambuí Health and Ageing Study. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 77, n. 6, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2001001200008&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 30 dez. 2024.
- BARRIOS-FERNÁNDEZ, Sabina *et al.* Reliability of 30-s Chair Stand Test with and without Cognitive Task in People with Type-2 Diabetes Mellitus. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 1450, 2020.
- BARROSO, Weimar Kunz Sebba *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. [s. l.], v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.
- BARRY, Emma *et al.* Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta- analysis. **BMC Geriatrics**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 14, 2014.
- BEERI, Michal S. *et al.* Association of the Haptoglobin Gene Polymorphism With Cognitive Function and Decline in Elderly African American Adults With Type 2 Diabetes: Findings From the Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes–Memory in Diabetes (ACCORD-MIND) Study. **JAMA Network Open**, [s. l.], v. 1, n. 7, p. e184458, 2018.
- BELLVER-SANCHIS, Aina; PALLÀS, Mercè; GRIÑÁN-FERRÉ, Christian. The Contribution of Epigenetic Inheritance Processes on Age-Related Cognitive Decline and Alzheimer’s Disease. **Epigenomes**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 15, 2021.
- BENEDETTI, Tânia R. Bertoldo *et al.* Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 11–16, 2007.
- BENEDETTI, Tânia Bertoldo; MAZO, Giovana Zarpellon; BARROS, Mauro Virgilio Gomes de. Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação do nível de atividades física de mulheres idosas: Validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. **Revista Brasileira Ciencia e Movimento**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 25–34, 2004.
- BENTON, Arthur L. Differential behavioral effects in frontal lobe disease. **Neuropsychologia**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 53–60, 1968.
- BENTO-TORRES, N.V.O. *et al.* Influence of schooling and age on cognitive performance in healthy older adults. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. e5892, 2017.
- BERTOLUCCI, Paulo HF *et al.* O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, [s. l.], v. 52, p. 01–07, 1994.
- BOROVCANIN, Milica M. *et al.* Diabetes Mellitus Type 2 as an Underlying, Comorbid or Consequent State of Mental Disorders”. **World Journal of Diabetes**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 481–93, 2023.
- BOROVCANIN, Milica M *et al.* Diabetes mellitus type 2 as an underlying, comorbid or consequent state of mental disorders. **World Journal of Diabetes**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 481–493, 2023.

BOWIE, Christopher R; HARVEY, Philip D. Administration and interpretation of the Trail Making Test. **Nature Protocols**, [s. l.], v. 1, n. 5, p. 2277–2281, 2006.

BROVELLI, Andrea *et al.* Dynamic Reconfiguration of Visuomotor-Related Functional Connectivity Networks. **The Journal of Neuroscience**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 839–853, 2017.

CAI, Yi-Hui *et al.* Effect of Exercise on the Cognitive Function of Older Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 16, p. 876935, 2022.

CAI, Zhidong; CAI, Ruibao; SEN, Li. Effects of different types of physical exercise on executive function of older adults: a scoping review. **Frontiers in Psychology**, [s. l.], v. 15, p. 1376688, 2024.

ČATER, Maša; HÖLTER, Sabine M. A Pathophysiological Intersection of Diabetes and Alzheimer's Disease. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 19, p. 11562, 2022.

CHAPMAN, Robert M. *et al.* Predicting conversion from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease using neuropsychological tests and multivariate methods. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 187–199, 2011.

CHEN, Baoliang *et al.* Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 2696, 2021.

CHUN, Chian Thong *et al.* Evaluation of Available Cognitive Tools Used to Measure Mild Cognitive Decline: A Scoping Review. **Nutrients**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 3974, 2021.

CIESIELSKA, Natalia *et al.* Is the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) test better suited than the Mini-Mental State Examination (MMSE) in mild cognitive impairment (MCI) detection among people aged over 60? Meta-analysis. **Psychiatria Polska**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 1039–1052, 2016.

COHEN, Ronald A.; MARSISKE, Michael M.; SMITH, Glenn E. Neuropsychology of aging. In: **HANDBOOK OF CLINICAL NEUROLOGY**. [S. l.]: Elsevier, 2019. v. 167, p. 149–180. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128047668000108>. Acesso em: 12 jan. 2024.

COLBERG, Sheri R. *et al.* Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, [s. l.], v. 39, n. 11, p. 2065–2079, 2016a.

COLBERG, Sheri R. *et al.* Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, [s. l.], v. 39, n. 11, p. 2065–2079, 2016b.

COOKE, Samuel *et al.* Effects of exercise, cognitive, and dual-task interventions on cognition in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. e0232958, 2020.

CORBETT, Stephen *et al.* The transition to modernity and chronic disease: mismatch and natural selection. **Nature Reviews Genetics**, [s. l.], v. 19, n. 7, p. 419–430, 2018.

CORSI. Human memory and the medial temporal region of the brain. [s. l.], v. 2, p. 34, 1972.

COSTA, Otávio Barduzzi Rodrigues da. **SOBRE AS CAUSAS EVOLUTIVAS DA COGNIÇÃO HUMANA**. 2009. 134–142 f. Dissertação - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009.

COUSIN, Ewerton *et al.* Burden of Diabetes and Hyperglycaemia in Adults in the Americas, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019”. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 655–67, 2022.

CRONIN, O. *et al.* The effect of exercise interventions on inflammatory biomarkers in healthy, physically inactive subjects: a systematic review. **QJM: An International Journal of Medicine**, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/qjmed/article-lookup/doi/10.1093/qjmed/hcx091>. Acesso em: 30 dez. 2024.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019.

DA SILVA, Daniel José Fontel *et al.* Pilates and Cognitive Stimulation in Dual Task an Intervention Protocol to Improve Functional Abilities and Minimize the Rate of Age-Related Cognitive Decline in Postmenopausal Women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 20, p. 13333, 2022.

DASKALOPOULOU, C. *et al.* Physical activity and healthy ageing: A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 38, p. 6–17, 2017.

DE AZEREDO PASSOS, Valéria Maria *et al.* Education plays a greater role than age in cognitive test performance among participants of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **BMC Neurology**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 191, 2015.

DE MONTGOLFIER, Olivia; THORIN-TRESCASES, Nathalie; THORIN, Eric. Pathological Continuum From the Rise in Pulse Pressure to Impaired Neurovascular Coupling and Cognitive Decline. **American Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 375–390, 2020.

DÉCADA DO ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL: RELATÓRIO DE LINHA DE BASE. [S. l.]: Pan American Health Organization, 2022. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56894>. Acesso em: 16 mar. 2023.

DEFRONZO, Ralph A. *et al.* Type 2 diabetes mellitus. **Nature Reviews Disease Primers**, [s. l.], v. 1, 2015.

DELEVATTI, Rodrigo Sudatti *et al.* Aquatic Aerobic and Combined Training in Management of Type 2 Diabetes: The Diabetes and Aquatic Training Study (DATS): A Randomized Clinical Trial. **Journal of Physical Activity and Health**, [s. l.], v. 19, n. 8, p. 578–587, 2022.

DIAZ, Michele T. *et al.* Age-related differences in the neural bases of phonological and semantic processes in the context of task-irrelevant information. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 829–844, 2019.

DOGRA, Shilpa *et al.* Active Aging and Public Health: Evidence, Implications, and

Opportunities. **Annual Review of Public Health**, [s. l.], v. 43, p. 439–459, 2022.

DUARTE, Marcos; FREITAS, Sandra M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 183–192, 2010.

EHTEWISH, Hanan; ARREDOUANI, Abdelilah; EL-AGNAF, Omar. Diagnostic, Prognostic, and Mechanistic Biomarkers of Diabetes Mellitus-Associated Cognitive Decline”. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 11, p. 6144, 2022.

ELDRIDGE, Sandra M. *et al.* Defining Feasibility and Pilot Studies in Preparation for Randomised Controlled Trials: Development of a Conceptual Framework. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. e0150205, 2016.

EMBURY, Christine M *et al.* Glycemic control level alters working memory neural dynamics in adults with type 2 diabetes. **Cerebral Cortex**, [s. l.], v. 33, n. 13, p. 8333–8341, 2023.

ERCAN YILDIZ, Seda *et al.* Effect of dual-task training on balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, [s. l.], v. 121, p. 105368, 2024.

ERVATTI, Leila *et al.* (org.). **Mudança demográfica no Brasil no início do século XXI: subsídios para as projeções da população**. Rio de Janeiro: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. (Estudos e análises. Informação demográfica e socioeconômica, v. número 3).

EVERLY, Janet *et al.* A Tutorial for Speech- Language Pathologists: Physical Activity and Social Engagement to Prevent or Slow Cognitive Decline in Older Adults”. **American Journal of Speech-Language Pathology**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 83–95, 2023.

FALLAHTAFTI, Farahnaz *et al.* Task specificity impacts dual-task interference in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 581–587, 2021.

FELÍCIO, Diogo Carvalho *et al.* Knee extension strength and handgrip strength are important predictors of Timed Up and Go test performance among community-dwelling elderly women: a cross-sectional study. **Sao Paulo Medical Journal**, [s. l.], v. 139, n. 1, p. 77–80, 2021.

FERRARIO, Carrie R.; REAGAN, Lawrence P. Insulin-Mediated Synaptic Plasticity in the CNS: Anatomical, Functional and Temporal Contexts”. **Neuropharmacology**, [s. l.], v. 136, n. Pt B, p. 182–91, 2018.

FESS, Elaine Ewing; MORAN, Christine A. American Society of Hand Therapists Clinical Assessment Recommendations. [s. l.], 1981.

FRANCESCHI, Claudio *et al.* Inflammaging: A New Immune-Metabolic Viewpoint for Age-Related Diseases”. **Nature Reviews. Endocrinology**, [s. l.], v. 14, n. 10, p. 576–90, 2018.

FRANCO-MARINA, Francisco *et al.* The Mini-mental State Examination revisited: ceiling and floor effects after score adjustment for educational level in an aging Mexican population. **International Psychogeriatrics**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 72–81, 2010.

FREATH, Lorna L. *et al.* QALYs and ambulatory status: societal preferences for healthcare

decision making. **Journal of Medical Economics**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 888–893, 2022.

GHAI, S.; GHAI, I.; EFFENBERG, A. O. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. **Clin Interv Aging**, [s. l.], v. 12, p. 557–577, 2017.

GIUSTINA, Andrea *et al.* Vitamin D in the Older Population: A Consensus Statement”. **Endocrine**, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 31–44, 2023.

GRØNKJÆR, Marie *et al.* Adult-Life Alcohol Consumption and Age-Related Cognitive Decline from Early Adulthood to Late Midlife. **Alcohol and Alcoholism**, [s. l.], v. 54, n. 4, p. 446–454, 2019.

GUSTAVSON, Daniel E. *et al.* Integrating verbal fluency with executive functions: Evidence from twin studies in adolescence and middle age. **Journal of Experimental Psychology: General**, [s. l.], v. 148, n. 12, p. 2104–2119, 2019.

HALL, C. D. *et al.* Cognitive and motor mechanisms underlying older adults’ ability to divide attention while walking. **Phys Ther**, [s. l.], v. 91, n. 7, p. 1039–50, 2011.

HARSÁNYIOVÁ, Marcela; PROKOP, Pavol. Living Condition, Weight Loss and Cognitive Decline among People with Dementia”. **Nursing Open**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 275–84, 2018.

HEISZ, Jennifer J. *et al.* The Effects of Physical Exercise and Cognitive Training on Memory and Neurotrophic Factors. **Journal of Cognitive Neuroscience**, [s. l.], v. 29, n. 11, p. 1895–1907, 2017.

HOFFMAN, Paul; MORCOM, Alexa M. Age-related changes in the neural networks supporting semantic cognition: A meta-analysis of 47 functional neuroimaging studies. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, [s. l.], v. 84, p. 134–150, 2018.

HUANG, Zhezhou *et al.* Associations of Lifestyle Factors With Cognition in Community-Dwelling Adults Aged 50 and Older: A Longitudinal Cohort Study. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 12, p. 601487, 2020.

IADECOLA, Costantino; GOTTESMAN, Rebecca F. Neurovascular and Cognitive Dysfunction in Hypertension: Epidemiology, Pathobiology, and Treatment. **Circulation Research**, [s. l.], v. 124, n. 7, p. 1025–1044, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Proporção de jovens de 6 a 14 anos no ensino fundamental cai pelo terceiro ano | Agência de Notícias**. [S. l.], 2024a. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39530-proporcao-de-jovens-de-6-a-14-anos-no-ensino-fundamental-cai-pelo-terceiro-ano#>. Acesso em: 17 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 9514 – População residente, por sexo e grupos de idade**”. [S. l.: s. n.], 2024b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/9514#resultado>. .

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: www.diabetesatlas.org.

Hypertension: from basic research to clinical practice. Cham: Springer International Publishing, 2016. (Advances in Experimental Medicine and Biology). v. 956, p. 447–473. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/5584_2016_98. Acesso em: 12 jan. 2024.

JANSEN, Reinier J.; VAN EGMOND, René; DE RIDDER, Huib. Task Prioritization in Dual-Tasking: Instructions versus Preferences. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. e0158511, 2016.

JARDIM, Naina Yuki Vieira *et al.* Dual-Task Exercise to Improve Cognition and Functional Capacity of Healthy Older Adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 13, p. 589299, 2021.

JONES, C. Jessie; RIKLI, Roberta E.; BEAM, William C. A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body Strength in Community-Residing Older Adults. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 113–119, 1999.

KANALEY, Jill A. *et al.* Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 353–368, 2022.

KAUSHIK, Medha; KAUSHIK, Pooja; PARVEZ, Suhel. Memory related molecular signatures: The pivots for memory consolidation and Alzheimer's related memory decline. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 76, p. 101577, 2022.

KIM, Jinuk *et al.* Changes in Cortical Activity during Preferred and Fast Speed Walking under Single- and Dual-Tasks in the Young-Old and Old-Old Elderly. **Brain Sciences**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1551, 2021.

KITZMAN, Dalane W. *et al.* Physical Rehabilitation for Older Patients Hospitalized for Heart Failure. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 385, n. 3, p. 203–216, 2021.

KUNASEGARAN, Kaveena *et al.* Understanding mental fatigue and its detection: a comparative analysis of assessments and tools. **PeerJ**, [s. l.], v. 11, p. e15744, 2023.

LAPANAN, Kulvara *et al.* The prefrontal cortex hemodynamic responses to dual-task paradigms in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. e17812, 2023.

LEÃO, Luana Lemos *et al.* Does hyperglycemia downregulate glucose transporters in the

brain?. **Medical Hypotheses**, [s. l.], v. 139, p. 109614, 2020.

LEE, Pearl Guozhu; JACKSON, Elizabeth A.; RICHARDSON, Caroline R. Exercise Prescriptions in Older Adults”. **American Family Physician**, [s. l.], v. 95, n. 7, p. 425–32, 2017.

LEITE, Antonio *et al.* Habilidades visuoespaciais no comprometimento cognitivo leve amnésico/ Visuospatial abilities in amnesic mild cognitive impairment. [s. l.], p. 12–22, 2023.

LI, Xiao-Ling *et al.* Cognitive-exercise dual-task intervention ameliorates cognitive decline in natural aging rats through reducing oxidative stress and enhancing synaptic plasticity. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 169, p. 111981, 2022.

LIPNICKI, Darren M. *et al.* Determinants of cognitive performance and decline in 20 diverse ethno-regional groups: A COSMIC collaboration cohort study. **PLOS Medicine**, [s. l.], v. 16, n. 7, p. e1002853, 2019.

LIU-AMBROSE, Teresa. Resistance Training and Executive Functions: A 12-Month Randomized Controlled Trial. **Archives of Internal Medicine**, [s. l.], v. 170, n. 2, p. 170, 2010.

LLINÀS-REGLÀ, Jordi *et al.* The Trail Making Test: Association With Other Neuropsychological Measures and Normative Values for Adults Aged 55 Years and Older From a Spanish-Speaking Population-Based Sample. **Assessment**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 183–196, 2017.

LUSARDI, Michelle M. *et al.* Determining Risk of Falls in Community Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis Using Posttest Probability. **Journal of Geriatric Physical Therapy (2001)**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 1–36, 2017.

MACEDO, Liliane Dias E.Dias de *et al.* Beneficial Effects of Multisensory and Cognitive Stimulation in Institutionalized Elderly: 12-Months Follow-Up”. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 10, p. 1351–59, 2015.

MACLEAN, Linda M. *et al.* Observing prioritization effects on cognition and gait: The effect of increased cognitive load on cognitively healthy older adults’ dual-task performance. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 53, p. 139–144, 2017.

MAIESE, Kenneth. Cognitive Impairment and Dementia: Gaining Insight through Circadian Clock Gene Pathways”. **Biomolecules**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. 1002, 2021.

MARESOVA, Petra *et al.* Activities of Daily Living and Associated Costs in the Most Widespread Neurodegenerative Diseases: A Systematic Review”. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 15, p. 1841–62, 2020.

MATTA MELLO PORTUGAL, Eduardo *et al.* Neuroscience of Exercise: From Neurobiology Mechanisms to Mental Health. **Neuropsychobiology**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 1–14, 2013.

MAYEDA, Elizabeth R. *et al.* Type 2 Diabetes and Cognitive Decline Over 14 Years in Middle-Aged African Americans and Whites: The ARIC Brain MRI Study. **Neuroepidemiology**, [s. l.], v. 43, n. 3–4, p. 220–227, 2014.

MCPHEE, Anna Michelle; CHEUNG, Theodore C. K.; SCHMUCKLER, Mark A. Dual-task interference as a function of varying motor and cognitive demands. **Frontiers in Psychology**, [s. l.], v. 13, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.952245/full>. Acesso em: 13 jan. 2025.

MEHMET, Hanife; YANG, Angela W.H.; ROBINSON, Stephen R. Measurement of hand grip strength in the elderly: A scoping review with recommendations. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 235–243, 2020.

MIRZA, Raana Ali; YAQOOB, Irum. Effects of Combined Aerobic and Virtual Reality-Based Cognitive Training on 76 Years Old Diabetic Male with Mild Cognitive Impairment”. **Journal of the College of Physicians and Surgeons–Pakistan: JCPSP**, [s. l.], v. 28, n. 9, p. 210–12, 2018.

MONTERO-ODASSO, Manuel *et al.* CCCDTD5 recommendations on early non cognitive markers of dementia: A Canadian consensus. **Alzheimer’s & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. e12068, 2020.

MORENO, Carolina *et al.* Regular Physical Activity Moderates the Adverse Impact of Type 2 Diabetes on Brain Atrophy Independently from HbA1c”. **Frontiers in Endocrinology**, [s. l.], v. 14, p. 1135358, 2023.

MORISHITA, Shinichiro *et al.* Rating of Perceived Exertion on Resistance Training in Elderly Subjects”. **Expert Review of Cardiovascular Therapy**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 135–42, 2019.

MORYS, Filip *et al.* Obesity-Associated Neurodegeneration Pattern Mimics Alzheimer’s Disease in an Observational Cohort Study”. **Journal of Alzheimer’s Disease: JAD**, [s. l.], v. 91, n. 3, p. 1059–71, 2023.

MUELLER, Shane T.; PIPER, Brian J. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. **Journal of Neuroscience Methods**, [s. l.], v. 222, p. 250–259, 2014.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **The Practical Guide: Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults**. [S. l.]: NIH, 2020. Disponível em: https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/prctgd_c.pdf. Acesso em: 8 dez. 2024.

NGANDU, Tiia *et al.* A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. **The Lancet**, [s. l.], v. 385, n. 9984, p. 2255–2263, 2015.

NGUYEN, Lan; MURPHY, Karen; ANDREWS, Glenda. Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review of evidence from executive functions cognitive training. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 53, p. 100912, 2019.

NILSON, Eduardo Augusto Fernandes *et al.* Custos atribuíveis a obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2018”. **Revista Panamericana de Salud Pública**, [s. l.], v. 44, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.32>.

NILSSON, Dan-Eric. The Evolution of Visual Roles – Ancient Vision Versus Object Vision. **Frontiers in Neuroanatomy**, [s. l.], v. 16, p. 789375, 2022.

NIOTIS, Kellyann *et al.* Dementia Prevention in Clinical Practice. **Seminars in Neurology**, [s. l.], v. 42, n. 05, p. 525–548, 2022.

NOWELL, Joseph *et al.* Antidiabetic agents as a novel treatment for Alzheimer's and Parkinson's disease. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 89, p. 101979, 2023.

OBIDI, Chinye S. *et al.* Race Moderates Age-Related Cognitive Decline in Type 2 Diabetes. **Experimental Aging Research**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 114–125, 2008.

OLIVEIRA *et al.* Beneficial Effects of Multisensory and Cognitive Stimulation on Age-Related Cognitive Decline in Long-Term-Care Institutions". **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 9, p. 309–20, 2014.

ORTEGA, Francisco B. *et al.* Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index. **Mayo Clinic Proceedings**, [s. l.], v. 91, n. 4, p. 443–455, 2016.

ORTEGA-BASTIDAS, Paulina *et al.* Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)—More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. **Sensors**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 3426, 2023.

ORTIZ, Genaro G *et al.* Cognitive disorder and dementia in type 2 diabetes mellitus. **World Journal of Diabetes**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 319–337, 2022.

PACINELLA, Gaetano; CIACCIO, Anna Maria; TUTTOLOMONDO, Antonino. Endothelial Dysfunction and Chronic Inflammation: The Cornerstones of Vascular Alterations in Age-Related Diseases. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 24, p. 15722, 2022.

PADULA, Claudia B; DURAZZO, Timothy C. Active Cigarette Smoking Is Associated With Increased Age-Related Decline on Measures of Visuospatial Learning and Memory and Executive Function in Alcohol Use Disorder. **Alcohol and Alcoholism**, [s. l.], p. agac022, 2022.

PAIVA PRUDENTE, Tiago *et al.* Effects of Physical Exercise on Cerebral Blood Velocity in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 13, n. 10, p. 847, 2023.

PALTA, Priya *et al.* Magnitude of Cognitive Dysfunction in Adults with Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis of Six Cognitive Domains and the Most Frequently Reported Neuropsychological Tests within Domains". **Journal of the International Neuropsychological Society: JINS**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 278–91, 2014.

PAPENBERG, Goran; LINDENBERGER, Ulman; BÄCKMAN, Lars. Aging-related magnification of genetic effects on cognitive and brain integrity. **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 9, p. 506–514, 2015.

PARADELA, Emylucy Martins Paiva; LOURENÇO, Roberto Alves; VERAS, Renato Peixoto. Validação da escala de depressão geriátrica em um ambulatório geral. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 39, n. 6, p. 918–923, 2005.

PEREIRA, Rodrigo Martins *et al.* Molecular mechanisms of glucose uptake in skeletal muscle at rest and in response to exercise. **Motriz: Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 23, n. spe, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742017000500202&lng=en&tlng=en. Acesso em: 15 ago. 2024.

PERUS, Lisa *et al.* Effects of Preventive Interventions on Neuroimaging Biomarkers in Subjects At-Risk to Develop Alzheimer's Disease: A Systematic Review". **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 14, p. 1014559, 2022.

PETERS, Ruth *et al.* Combining modifiable risk factors and risk of dementia: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. e022846, 2019.

PITITTO, Bianca De Almeida *et al.* Metas no tratamento do diabetes. In: BERTOLUCI, Marcello Casaccia *et al.* **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2022. ed. [S. l.]: Conectando Pessoas, 2022. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/metas-no-tratamento-do-diabetes/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

PLUMMER, Prudence; ESKES, Gail. Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 9, 2015. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2015.00225/abstract>. Acesso em: 19 set. 2024.

PODSIADLO, Diane; RICHARDSON, Sandra. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 142–148, 1991.

PORTO, Jaqueline Mello *et al.* Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, [s. l.], v. 82, p. 273–278, 2019.

RABINOWITZ, Y. *et al.* Physical Activity Is Associated with Slower Cognitive Decline in Older Adults with Type 2 Diabetes. **The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease**, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.14283/jpad.2023.26>. Acesso em: 12 jan. 2024.

RAMSEY, Keenan A. *et al.* The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 67, p. 101266, 2021.

REIS, Rodrigo Citton Padilha Dos *et al.* Evolution of diabetes in Brazil: prevalence data from the 2013 and 2019 Brazilian National Health Survey. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 38, n. suppl 1, p. e00149321, 2022.

REZAIE, Solmaz *et al.* Effect of Cognitive dual-task Training on Postural Stability in older Adults with Diabetic Peripheral Neuropathy: A Randomized Control Trial . **Journal of Biochemical Technology**, [s. l.], v. 11, n. 1–2020, p. 127–133, 2020.

RIBEIRO, Andressa Karoline Pinto De Lima. **CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA O ATENDIMENTO A PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO RÁPIDA**. [S. l.: s. n.], 2022.

RIBEIRO, Andressa Karoline Pinto De Lima; CARVALHO, Josilayne Patrícia Ramos; BENTO-TORRES, Natáli Valim Oliver. Physical exercise as treatment for adults with type 2 diabetes: a rapid review. **Frontiers in Endocrinology**, [s. l.], v. 14, p. 1233906, 2023.

RIEBE, Deborah *et al.* **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. American College of Sports Medicine's guidelines for exercise testing and prescription.** Tenthed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health, 2018.

ROBERTSON, Robert J. *et al.* Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise". **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 333–41, 2003.

ROWLEY, William R. *et al.* Diabetes 2030: Insights from Yesterday, Today, and Future Trends. **Population Health Management**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 6–12, 2017.

RUDNICKA, E. *et al.* The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. **Maturitas**, [s. l.], v. 139, p. 6–11, 2020.

RUSNÁKOVÁ, Štefania *et al.* The Executive Functions in Frontal and Temporal Lobes: A Flanker Task Intracerebral Recording Study. **Journal of Clinical Neurophysiology**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 30–35, 2011.

SACHDEV, Perminder S. Social health, social reserve and dementia. **Current Opinion in Psychiatry**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 111–117, 2022.

SAHER, Gesine. Cholesterol Metabolism in Aging and Age-Related Disorders. **Annual Review of Neuroscience**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 59–78, 2023.

SALIVE, M. E. Multimorbidity in Older Adults. **Epidemiologic Reviews**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 75–83, 2013.

SANDER, Myriam C.; FANDAKOVA, Yana; WERKLE-BERGNER, Markus. Effects of age differences in memory formation on neural mechanisms of consolidation and retrieval. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, [s. l.], v. 116, p. 135–145, 2021.

SANDERS, Lianne M.J. *et al.* Psychometric Properties of a Flanker Task in a Sample of Patients with Dementia: A Pilot Study. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 382–392, 2018.

SANJANA, Faria *et al.* Blood lipid markers are associated with hippocampal viscoelastic properties and memory in humans. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 1417–1427, 2021.

SCARPINA, Federica *et al.* Difference Between Young and Old Adults' Performance on the Psychology Experiment Building Language (PEBL) Test Battery: What Is the Role of Familiarity With Technology in Cognitive Performance? **Assessment**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 1723–1734, 2021.

SCHOENE, Daniel *et al.* Discriminative Ability and Predictive Validity of the Timed Up and Go Test in Identifying Older People Who Fall: Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 202–208, 2013.

SEBLOVA, D.; BERGGREN, R.; LÖVDÉN, M. Education and Age-Related Decline in Cognitive Performance: Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Cohort Studies”. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 58, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.101005>.

SERRANO, Paul Vicuña *et al.* The effect of home-based transcranial direct current stimulation in cognitive performance in fibromyalgia: A randomized, double-blind sham-controlled trial. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 16, p. 992742, 2022.

SIECK, Gary C. Physiology in Perspective: Seeking Solutions to Biological Questions. **Physiology**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 168–169, 2018.

SIGAL, Ronald J. *et al.* Physical Activity and Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**, [s. l.], v. 42, p. S54–S63, 2018.

SILSUPADOL, Patima *et al.* Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: A double-blind, randomized controlled trial. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 634–639, 2009.

SILVA JUNIOR, Wellington Santana da *et al.* Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2. In: BERTOLUCI, Marcello Casaccia *et al.* **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2022. ed. [S. l.]: Conectando Pessoas, 2022. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/atividade-fisica-e-exercicio-no-pre-diabetes-e-dm2/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. [S. l.]: Clannad, 2020.

SPIEGEL, Amy M.; SEWAL, Angila S.; RAPP, Peter R. **Epigenetic Contributions to Cognitive Aging: Disentangling Mindspan and Lifespan**. N.Y: Learning & Memory (Cold Spring Harbor, 2014. v. 21 Disponível em: <https://doi.org/10.1101/lm.033506.113>.

STANFORD, Kristin I.; GOODYEAR, Laurie J. Exercise and Type 2 Diabetes: Molecular Mechanisms Regulating Glucose Uptake in Skeletal Muscle”. **Advances in Physiology Education**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 308–14, 2014.

STILLMAN, Chelsea M. *et al.* Mediators of Physical Activity on Neurocognitive Function: A Review at Multiple Levels of Analysis. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 10, 2016. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2016.00626/full>. Acesso em: 30 dez. 2024.

STINS, John F. *et al.* Conditional Accuracy in Response Interference Tasks: Evidence from the Eriksen Flanker Task and the Spatial Conflict Task”. **Advances in Cognitive Psychology**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 409–17, 2008.

SUNNY, Sumam; DAVE, Dhruv. Clinical Measures of Dual Task Gait Evaluation in Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus - A Mini-review. **Current Diabetes Reviews**, [s. l.], v. 19, n. 8, p. e300123213240, 2023.

TABASSUM, Sidra; MISRANI, Afzal; YANG, Li. Exploiting Common Aspects of Obesity and Alzheimer’s Disease. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 14, p. 602360, 2020.

TOMÁS, Alessandra Mendonça *et al.* Risk Polymorphisms of FNDC5, BDNF, and NTRK2 and Poor Education Interact and Aggravate Age-Related Cognitive Decline. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 24, p. 17210, 2023.

TRIPATHI, Susmit; VERGHESE, Joe; BLUMEN, Helena M. Gray matter volume covariance networks associated with dual-task cost during walking-while-talking. **Human Brain Mapping**, [s. l.], v. 40, n. 7, p. 2229–2240, 2019.

TROYER, Angela K.; MOSCOVITCH, Morris; WINOCUR, Gordon. Clustering and switching as two components of verbal fluency: Evidence from younger and older healthy adults. **Neuropsychology**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 138–146, 1997.

TUENA, Cosimo *et al.* Technology-Assisted Cognitive Motor Dual-Task Rehabilitation in Chronic Age-Related Conditions: Systematic Review. **Journal of Medical Internet Research**, [s. l.], v. 25, p. e44484, 2023.

TUNG, Hsin *et al.* Utilizing Apolipoprotein E Genotypes and Associated Comorbidities for the Assessment of the Risk for Dementia”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 14, p. 927656, 2022.

TURRINI, Sonia *et al.* The multifactorial nature of healthy brain ageing: Brain changes, functional decline and protective factors. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 88, p. 101939, 2023.

UMPIERRE, Daniel. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA_{1c} Levels in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA**, [s. l.], v. 305, n. 17, p. 1790, 2011.

VALLESI, Antonino *et al.* Age differences in sustained attention tasks: A meta-analysis. **Psychonomic Bulletin & Review**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 1755–1775, 2021.

VAN CRIEKINGE, Tamaya; SAHU, Upasana; BHATT, Tanvi. Effect of Explicit Prioritization on Dual Tasks During Standing and Walking in People With Neurologic and Neurocognitive Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 105, n. 11, p. 2166–2183, 2024.

VAN CUTSEM, Jeroen *et al.* The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 47, n. 8, p. 1569–1588, 2017.

VAN GENNIP, April C.E. *et al.* Association of Type 2 Diabetes, According to the Number of Risk Factors Within Target Range, With Structural Brain Abnormalities, Cognitive Performance, and Risk of Dementia. **Diabetes Care**, [s. l.], v. 44, n. 11, p. 2493–2502, 2021.

VASCONCELOS, Carlos Eduardo Gonçalves Da Costa *et al.* Benefits of adding food education sessions to an exercise programme on cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. **Journal of Nutritional Science**, [s. l.], v. 10, p. e59, 2021.

VOS, Theo *et al.* **Global Burden of 369 Diseases and Injuries in 204 Countries and Territories, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study**. [S. l.: s. n.], 2020.

WOLLESEN, Bettina *et al.* The effects of cognitive-motor training interventions on executive

functions in older people: a systematic review and meta-analysis. **European Review of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 9, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ageing and health**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso em: 6 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Disability-adjusted life years (DALYs)**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>. Acesso em: 6 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation**. [S. l.]: WHO, 2008. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44583>. Acesso em: 12 ago. 2024.

XIN, An *et al.* **Pancreas Atrophy and Islet Amyloid Deposition in Patients With Elderly-Onset Type 2 Diabetes**". [S. l.: s. n.], 2017.

YANG, Yiru *et al.* Cognitive Decline Associated with Aging. In: ZHANG, Zhanjun (org.). **Cognitive Aging and Brain Health**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. (Advances in Experimental Medicine and Biology). v. 1419, p. 25–46. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-981-99-1627-6_3. Acesso em: 12 jan. 2024.

YANG, Yu *et al.* Diabetes mellitus and risk of falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 45, n. 6, p. 761–767, 2016.

YANG, Qing *et al.* Gait Change in Dual Task as a Behavioral Marker to Detect Mild Cognitive Impairment in Elderly Persons: A Systematic Review and Meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 101, n. 10, p. 1813–1821, 2020.

YE, Jia-You *et al.* Dual-task training in older adults with cognitive impairment: A meta-analysis and trial sequential analysis of randomized controlled trials. **International Journal of Nursing Studies**, [s. l.], v. 155, p. 104776, 2024.

YOGEV-SELIGMANN, Galit; HAUSDORFF, Jeffrey M.; GILADI, Nir. The role of executive function and attention in gait. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 329–342, 2008.

YU, Mengdi *et al.* Key Signaling Pathways in Aging and Potential Interventions for Healthy Aging". **Cells**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 660, 2021.

ZHANG, Lu *et al.* Cognitive-motor dual-task training on gait and balance in stroke patients: meta-analytic report and trial sequential analysis of randomized clinical trials. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 227, 2024.

ZHAO, Shaokun *et al.* Cognitive Aging: How the Brain Ages?. In: ZHANG, Zhanjun (org.). **Cognitive Aging and Brain Health**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. (Advances in Experimental Medicine and Biology). v. 1419, p. 9–21. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-981-99-1627-6_2. Acesso em: 12 jan. 2024.

ZHAO, Ren Ru *et al.* Effect of High-Intensity Power Training on Cognitive Function in Older Adults With Type 2 Diabetes: Secondary Outcomes of the GREAT2DO Study. **The Journals of Gerontology: Series A**, [s. l.], v. 77, n. 10, p. 1975–1985, 2022.

ZHAO, Yuguang *et al.* The neural–vascular basis of age-related processing speed decline. **Psychophysiology**, [s. l.], v. 58, n. 7, p. e13845, 2021.

ZOCHER, Sara; TODA, Tomohisa. Epigenetic Aging in Adult Neurogenesis”. **Hippocampus**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 347–59, 2023.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

PROJETO: EXERCÍCIO RESISTIDO EM DUPLA TAREFA: influências no desempenho cognitivo, na capacidade funcional, qualidade de vida e controle glicêmico de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo e estamos disponíveis para responder quaisquer dúvidas.

Prezado(a) Sr.(a):

A pesquisa “EXERCÍCIO RESISTIDO EM DUPLA TAREFA: influências no desempenho, na capacidade funcional, qualidade de vida e controle glicêmico de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2” é realizada por docente e discentes da Universidade Federal do Pará (UFPA), como trabalho científico. Nosso objetivo é investigar as contribuições da prática regular de exercício físico no desempenho cognitivo, na capacidade funcional, qualidade de vida e controle glicêmico de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.

A pesquisa tem apenas fins acadêmicos. Essa pesquisa contará com a participação de pessoas idosas (idade igual ou superior a 60 anos) com diabetes mellitus tipo 2. Os participantes serão sorteados para compor o grupo de que fará parte, dentre o grupo exercícios resistidos em dupla tarefa, ou seja, o grupo que fará exercícios resistidos e estimulação cognitiva, ou o grupo que fará exercícios resistidos ou ainda o grupo tratamento usual. Os grupos que realizarem exercício resistido participarão de uma programação de 12 semanas de prática de musculação, 3 vezes por semana, com duração de 50 minutos enquanto o grupo exercícios resistidos e estimulação cognitiva fará simultaneamente a estimulação cognitiva. O grupo de tratamento usual (não realizará o exercício resistido) será estimulado a manter a sua rotina de tratamento e de vida diária e, no final do estudo, será convidado a participar do mesmo protocolo de exercícios resistidos.

Como parte da pesquisa realizaremos avaliação do desempenho cognitivo, da capacidade funcional, da composição corporal, das medidas antropométricas, do perfil bioquímico, controle glicêmico e qualidade de vida antes e após a intervenção, assim como 4, 8 e 12 semanas após o final da intervenção. As avaliações e os exercícios serão realizados no Laboratório de Investigações em Neurodegeneração e Infecção, no Hospital Universitário João de Barros Barreto.

Você está sendo convidado a participar voluntariamente da pesquisa tem a liberdade de desistir ou de interromper sua participação neste estudo a qualquer momento que desejar, sem necessidade de qualquer explicação, sem penalização nenhuma e sem prejuízos. O participante não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo sua participação voluntária.

Antes que qualquer exercício, será realizado o aquecimento, para minimizar ocorrências de dor, desconforto ou ferimento ocasionado durante a sessão de treinamento. Se

da mesma forma ocorrer algum tipo de desconforto, o treinamento deverá ser pausado para que seja realizada uma investigação no problema relatado. Além disso, para não acarretar riscos, as pessoas, no dia de treinamento, que estiverem com a PA $\geq 160/90$ não poderão realizar os exercícios.

Além disso, para que ocorra uma boa segurança durante a realização do treinamento, o mesmo sempre será realizado com a supervisão de profissionais capacitados para que haja ótima orientação e execução dos exercícios. Durante as coletas de sangue, os participantes poderão sentir uma dor na inserção da agulha, a qual será passageira, sendo amenizadas com bolsas de gelos nos locais de dor, quando necessário. Além disso, outros possíveis desconfortos são as dores musculares pós-exercício, sintomas normais do treinamento físico e que amenizam após alguns dias.

O presente estudo poderá ajudar na monitoração do estado de saúde, além de reduzir ou controlar a pressão arterial, melhorar o perfil lipídico e melhorar sua capacidade funcional e cognitiva. Os dados obtidos durante a pesquisa serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores, assegurando ao participante ou voluntário a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os resultados poderão ser divulgados em publicações científicas mantendo sigilo dos dados pessoais.

Eu, _____, inscrito
no _____

CPF _____ nascido (a) em ____/____/____, abaixo assinado, declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas. Desta forma concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário (a) do estudo acima descrito.

- ☐ Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
☐ Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do voluntário para a participação neste estudo.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador que colheu o TCLE

Belém, ____/____/____

Profa. Dra. Natáli Valim Oliver Bento Torres
Universidade Federal do Pará CREFITO 52891-F

Endereço do CEP: Rua Augusto Corres s/n, Prédio da Faculdade de Enfermagem, Sala 13, Campus Universitário do Guamá, Guamá, CEP: 66075-110, Belém-PA. Contatos: (91) 3201 7735; e-mail:

ANEXO I – FOLHA DE ROSTO PLATAFORMA BRASIL

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EXERCÍCIO RESISTIDO EM DUPLA TAREFA: investigação das influências sobre o desempenho cognitivo, capacidade funcional, qualidade de vida e controle glicêmico de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2

Pesquisador: Natáli Valim Oliver Bento Torres

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 74580423.8.0000.0018

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.546.666

Apresentação do Projeto:

O processo de envelhecimento está associado à inflamação sistêmica crônica subclínica (inflammaging), o que torna as pessoas idosas mais suscetíveis ao diabetes mellitus tipo 2, e quando relacionado a um estilo de vida sedentário, esse risco se torna mais elevado. Do mesmo modo, a atrofia cerebral cortical e subcortical tem sido associada ao diabetes tipo 2 e as regiões cerebrais que mais sofrem influência da resistência à insulina

são o hipotálamo e o hipocampo, regiões relacionadas ao desenvolvimento dos declínios cognitivos e da Doença de Alzheimer. A atrofia cerebral é registrada desde os estágios iniciais da disfunção glicêmica e de forma independente da presença ou ausência das complicações micro ou macrovasculares, enquanto o exercício físico regular se contrapõe a esse efeito, mantendo maiores volumes cerebrais (menor atrofia cerebral). Assim, a atividade física se torna essencial para o envelhecimento saudável, manutenção da capacidade intrínseca e habilidade funcional e, em particular, para a prevenção do declínio cognitivo relacionado à idade e agravamento clínico do diabetes mellitus tipo 2. Evidências crescentes demonstram que a tarefa cognitiva simultânea e o exercício (tarefa dupla) aumentam a função cognitiva em idosos saudáveis. Os benefícios da intervenção em dupla tarefa, no entanto, permanecem pouco estudados na população com diabetes mellitus tipo 2. O objetivo da pesquisa será investigar os efeitos de um programa de exercícios resistidos associado à estimulação cognitiva simultânea sobre o desempenho cognitivo,

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

capacidade funcional, controle glicêmico e qualidade de vida de idosos com diabetes mellitus tipo 2. O estudo em questão será um ensaio clínico randomizado, controlado e cego simples, com três braços, para a avaliação dos efeitos de um protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa (Grupo ER-DT) comparado ao mesmo protocolo de intervenção por exercícios resistidos realizados sem a estimulação cognitiva

associada (Grupo ER) e ao Grupo Controle que receberá o tratamento usual (Grupo Controle). Adicionalmente, será avaliado o efeito agudo de uma única sessão de intervenção em pessoas não treinadas (participantes após a 1ª sessão de intervenção) e treinadas (participantes após a 36ª sessão de intervenção). A variável de interesse primária do presente estudo é o desempenho cognitivo e como variáveis secundárias a capacidade funcional, o controle glicêmico e a qualidade de vida de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2. A análise estatística será realizada utilizando o programa Software SPSS 20. Será realizado o Teste Kolmogorov-Smirnov para a análise da distribuição dos dados. Serão realizadas estatísticas

descritivas dos dados. Para avaliar o efeito do exercício agudo será realizada uma Análise de Variância (ANOVA) de uma via para comparar as médias dos três grupos antes e após o protocolo. Para avaliar o efeito da intervenção será adotado o modelo por intenção de tratar e realizado ANOVA mista de medidas repetidas, com análise entre e intragrupos. Também será calculado o custo de dupla tarefa. Será considerado $p < 0,05$ para valores significativos e calculado o tamanho de efeito da intervenção sobre cada variável.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar os efeitos de um programa de exercícios resistidos associado à estimulação cognitiva simultânea sobre a expressão gênica diferencial, o desempenho cognitivo, capacidade funcional, controle glicêmico e qualidade de vida de idosos com diabetes mellitus tipo 2.

Objetivo Secundário:

- Elaborar um protocolo de intervenção por exercícios resistidos em dupla tarefa para o tratamento de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.
- Avaliar a influência de uma sessão de exercício resistido no desempenho cognitivo e controle glicêmico de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.
- Comparar a influência de um programa de 12 semanas de exercícios resistidos com um programa de exercícios resistidos em dupla tarefa sobre a expressão gênica, o desempenho

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

Continuação do Parecer: 6.546.666

cognitivo, capacidade funcional, controle glicêmico e qualidade de vida de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.

- Analisar possíveis associações entre o desempenho físico e desempenho cognitivo.
- Avaliar os efeitos do destreinamento após 4, 8 e 12 semanas sobre o desempenho cognitivo, capacidade funcional, controle glicêmico e qualidade de vida de pessoas idosas com diabetes mellitus tipo 2.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Dentre os possíveis riscos que podem ser atribuídos aos participantes durante as avaliações e intervenção propostos, estão: desequilíbrios na realização das atividades, danos relativos a constrangimentos devido a possível incapacidade de realizar as atividades propostas, danos relacionados à privacidade de suas informações pessoais, dores musculares após a realização dos exercícios e hipoglicemia. Como uma forma de

minimizar os riscos citados, o procedimento de coleta de dados será realizado em ambiente de privacidade, por pesquisador com treinamento prévio na aplicação dos testes e serão adotadas medidas preventivas para minimizar riscos de quedas. As intervenções serão supervisionadas por dois pesquisadores, sendo pelo menos um deles com formação profissional. As sessões serão realizadas em pequenos grupos de até cinco pessoas

para permitir adequada supervisão e individualização dos exercícios. Medidas de glicemia capilar serão realizadas pré e pós a intervenção e carboidratos de rápida absorção estarão disponíveis para uso dos participantes quando necessário. Códigos de identificação serão usados em substituição aos nomes dos participantes e todos os dados serão analisados em conjunto para fins acadêmicos.

Benefícios:

Um dos benefícios que a pesquisa pode trazer para aos participantes envolvem uma avaliação abrangente da sua condição de saúde. Cada participante receberá relatório com os resultados dos testes realizados. Ademais, já são bem difundidos os benefícios do exercício físico na saúde geral, como a promoção do bem-estar físico e mental. Portanto, cada participante poderá se beneficiar de: melhora da composição corporal, controle

glicêmico e hemodinâmico, aumento da força muscular e melhora do desempenho funcional. Os benefícios para a comunidade acadêmica e para o tratamento das pessoas idosas com diabetes incluem as informações de um estudo clínico randomizado sobre os impactos adicionais da

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 6.546.666

estimulação cognitiva simultânea ao treinamento resistido, assim como o impacto de intervenções agudas em pessoas idosas com diabetes destreinadas e treinadas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encaminhado dispõe de metodologia e critérios definidos conforme resolução 466/12 do CNS/MS. Trata ainda em resolver pendências citadas no parecer nº6.530.090, que depois de ser avaliado por este colegiado, entende-se como, pendência resolvida e aceita.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados, nesta versão, contemplam os sugeridos pelo sistema CEP/CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do protocolo. Este é nosso parecer, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2215780.pdf	26/11/2023 12:22:19		Aceito
Outros	termo_de_consentimento_da_instituicao.pdf	26/11/2023 12:19:05	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Outros	Carta_encaminhamento_ao_CEP.pdf	28/09/2023 17:08:50	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Natali_Bento_Torres_EXERCICIO_RESISTIDO_EM_DUPLA_TAREFA_CEP.pdf	27/09/2023 13:31:04	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	27/09/2023 09:06:11	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_Esclarecido.pdf	25/09/2023 17:59:35	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Outros	Termo_Aceite_Orientador.pdf	25/09/2023 17:56:45	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Outros	Isencao_de_Onus.pdf	25/09/2023 17:55:39	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_pesquisador.pdf	25/09/2023 17:52:41	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	25/09/2023 17:52:19	Natáli Valim Oliver Bento Torres	Aceito

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 6.546.666

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 01 de Dezembro de 2023

Assinado por:

Wallace Raimundo Araujo dos Santos
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

ANEXO II – REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

RBR-3srpth8 Strength exercise, cognitive stimulation and type 2 Diabetes on aging

Date of registration: 04/15/2024 (mm/dd/yyyy)

Last approval date : 04/15/2024 (mm/dd/yyyy)

Study type:

Interventional

Scientific title:

en

Dual-Task Resistance Exercise: investigation of the influence on cognitive performance, functional capacity, quality of life, and glycemic control in older adults with type 2 Diabetes Mellitus

pt-br

Exercício Resistido em Dupla Tarefa: investigação das influências sobre o desempenho cognitivo, capacidade funcional, qualidade de vida e controle glicêmico de pessoas idosas com Diabetes Mellitus Tipo 2

es

Dual-Task Resistance Exercise: investigation of the influence on cognitive performance, functional capacity, quality of life, and glycemic control in older adults with type 2 Diabetes Mellitus

Trial identification

- UTN code: U1111-1305-2557
- Public title:

en

Strength exercise, cognitive stimulation and type 2 Diabetes on aging

pt-br

Exercício resistido, estimulação cognitiva e Diabetes tipo 2 no envelhecimento

- Scientific acronym:
- Public acronym:

ANEXO III - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA
Ficha de Avaliação de Depressão Geriátrica

GDS-5 (exame de triagem)

- () (n)** Você está basicamente satisfeito com sua vida?
- (s) ()** Você se aborrece com frequência?
- (s) ()** Você se sente um inútil nas atuais circunstâncias?
- (s) ()** Você prefere ficar em casa a sair e fazer coisas novas?
- (s) ()** Você sente que sua situação não tem saída?

Escore (Realizar o DMS - IV se escore ≥ 2)

DMS - IV (critérios diagnósticos)

- (s) ()** Interesse ou prazer acentuadamente diminuídos
- (s) ()** Humor deprimido (sente-se triste ou vazio)
- (s) ()** Alterações no sono (insônia ou hipersônia)
- (s) ()** Alterações no peso ($> \pm 5\%$) ou apetite (diminuição ou aumento)
- (s) ()** Agitação ou retardo psicomotor observado por outros (não autorrelatado)
- (s) ()** Fadiga ou perda de energia (sente-se fraco ou cansado)
- (s) ()** Sentimento de inutilidade ou culpa excessiva ou inapropriada
- (s) ()** Capacidade diminuída de pensar, concentrar-se ou indecisão
- (s) ()** Pensamento recorrentes de morte ou ideação suicida recorrente

(s) (n) Depressão Maior (≥ 5 , incluindo um dos negritos por > 2 semanas e um deles deve ser humor deprimido ou perda de interesse ou prazer)

(s) (n) Depressão Menor (≤ 4 por > 2 anos)

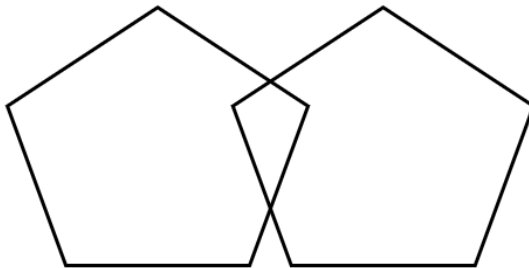
ANEXO IV – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

Mini Exame do Estado Mental:

Pontuação Total: _____

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

FECHE OS OLHOS



ANEXO V - INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Versão 8 (forma longa, semana usual)

Nome: _____ Data: ____/____/____ Idade: ____ anos



Orientações do Entrevistador

Nesta entrevista estou interessado em saber que tipo de atividades físicas o(a) senhor(a) faz em uma semana normal (típica). Suas respostas ajudarão a entender quanto ativos são as pessoas de sua idade.

As perguntas que irei fazer estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividades físicas no trabalho, em casa (no lar), nos deslocamentos à pé ou de bicicleta e no seu tempo de lazer (esportes, exercícios, etc.).

Portanto, considere como **atividades físicas** todo movimento corporal que envolve algum esforço físico. Lembre que as atividades VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem o(a) senhor(a) respirar MUITO mais forte que o normal. As atividades físicas MODERADAS são aquelas que exigem algum esforço físico e que fazem o(a) senhor(a) respirar um pouco mais forte que o normal.

SEÇÃO 1 - ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

Esta seção inclui as atividades que você faz no seu trabalho, seja ele remunerado ou voluntário. Inclua as atividades que você faz na universidade, faculdade ou escola. Você não deve incluir as tarefas domésticas, cuidar do jardim e da casa ou tomar conta da sua família. Estas serão incluídas na seção 3.

1 a. Atualmente você tem ocupação remunerada ou faz trabalho voluntário fora de sua casa?

☐ SIM

☐ NÃO → Vá para seção 2 - Transporte



Orientações do Entrevistador

- ▶ As próximas questões são em relação ao tempo que você passa no trabalho (fora de casa) seja ele remunerado ou voluntário.
- ▶ Por favor, NÃO INCLUA o transporte para o trabalho.
- ▶ Pense apenas naquelas atividades que durem pelo menos 10 minutos contínuos.

1 b. Em quantos dias de uma semana normal você participa (realiza) atividades físicas vigorosas, de forma contínua por pelo menos 10 minutos (exemplo: trabalho de construção pesada, levantar e transportar objetos pesados, cortar lenha, serrar madeira, cortar grama, pintar casa, cavar valas ou buracos, etc.)?

☐ DIAS por semana

☐ Não faz AF vigorosas → Vá para questão 1 c

Tempo em cada dia?

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

1 c. Em quantos dias de uma semana normal você participa (realiza) atividades físicas MODERADAS, de forma contínua por pelo menos 10 minutos (exemplo: levantar e transportar pequenos objetos, limpar vidros, varrer ou limpar o chão, carregar crianças no colo, lavar roupas com as mãos, etc.)?

☐ DIAS por semana

☐ Não faz AF moderadas → Vá para questão 1 d

Tempo em cada dia?

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

1d. Em quantos dias de uma semana normal você realiza caminhadas no seu trabalho, de forma contínua por pelo menos 10 minutos?

Orientações do Entrevistador  Lembre que você não deve incluir a caminhada que você realiza para ir para o trabalho ou para voltar para casa, após o trabalho.

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz caminhadas → Vá para seção 2 - Transporte

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

SEÇÃO 2 - ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

As perguntas desta seção estão relacionadas às atividades que você realiza para se deslocar de um lugar para outro. Você deve incluir os deslocamentos para o trabalho (se você trabalha), encontro do grupo de terceira idade, cinema, supermercado, lojas ou qualquer outro local.

2a. Em quantos dias de uma semana normal você anda de carro, ônibus, metrô ou trem?

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não utiliza veículos a motor → Vá para a questão 2b

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

Orientações do Entrevistador  Agora pense somente em relação aos deslocamentos que você realiza à pé ou de bicicleta para ir de um lugar para outro! Não inclua as atividades que você faz por diversão ou exercício.

2b. Em quantos dias de uma semana normal você anda de bicicleta, por pelo menos 10 minutos contínuos, para ir de um lugar para outro, ?

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não anda de bicicleta → Vá para a questão 2c

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

2c. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos, para ir de um lugar para outro?

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz caminhadas → Vá para a Seção 3

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

SEÇÃO 3 - ATIVIDADE FÍSICA EM CASA, TAREFAS DOMÉSTICAS E ATENÇÃO À FAMÍLIA



As perguntas desta seção estão relacionadas às atividades que o(a) senhor(a) realiza na sua casa e ao redor da sua casa. Nestas atividades estão incluídas as tarefas no jardim ou quintal, manutenção da casa e aquelas que você faz para tomar conta da sua família.

3a. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades físicas vigorosas no jardim ou quintal, por pelo menos 10 minutos contínuos? (Exemplo: carpir, cortar lenha, serrar, pintar, levantar e transportar objetos pesados, cortar grama com tesoura, etc.).

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz AF vigorosas em casa → Vá para questão 3b

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

3b. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades físicas moderadas no jardim ou quintal, por pelo menos 10 minutos contínuos? (Exemplo: levantar e carregar pequenos objetos, limpar a garagem, jardinagem, caminhar ou brincar com crianças, etc.).

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz AF moderadas no quintal → Vá para questão 3c

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

3c. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades físicas moderadas dentro da sua casa, por pelo menos 10 minutos contínuos? (Exemplo: , limpar vidros ou janelas, lavar roupas à mão, limpar banheiro, esfregar o chão, carregar crianças pequenas no colo, etc.).

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz AF moderadas em casa → Vá para a seção 4

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

SEÇÃO 4 - ATIVIDADE FÍSICA DE RECREAÇÃO, ESPORTE, EXERCÍCIO E LAZER



As perguntas desta seção estão relacionadas às atividades que o(a) senhor(a) realiza em uma semana normal (habitual) unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Pense somente nas atividades físicas que você faz por pelo menos 10 minutos contínuos. Por favor NÃO inclua atividades que você já tenha citado nas seções

4a. No seu tempo livre, sem incluir qualquer caminhada que você já tenha citado nas perguntas anteriores, em quantos dias de uma semana normal você caminha, por pelo menos 10 minutos contínuos?

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz caminhadas no lazer → Vá para questão 4b

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

4b. No seu tempo livre, durante uma semana normal em quantos dias você participa de atividades físicas vigorosas, por pelo menos 10 minutos contínuos? (Exemplo: correr, nadar rápido, pedalar rápido, canoagem, remo, musculação, esportes em geral, etc.).

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz AF vigorosas no lazer → Vá para questão 4c

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

4c. No seu tempo livre, durante uma semana normal em quantos dias você participa de atividades físicas moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos? (Exemplo: pedalar em ritmo moderado, voleibol recreativo, natação, hidroginástica, ginástica e dança, etc.).

Tempo em cada dia?

☐ DIAS por semana ☐ Não faz AF moderadas no lazer → Vá para Seção 5

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

SEÇÃO 5 - TEMPO QUE VOCÊ PASSA SENTADO



Esta é a última pergunta. Preciso saber quanto tempo em média o(a) senhor(a) passa sentado em cada dia da semana. Inclua todo o tempo que você passa sentado em casa, no trabalho, lendo, assistindo TV, visitando amigos, sentado no ônibus, etc.

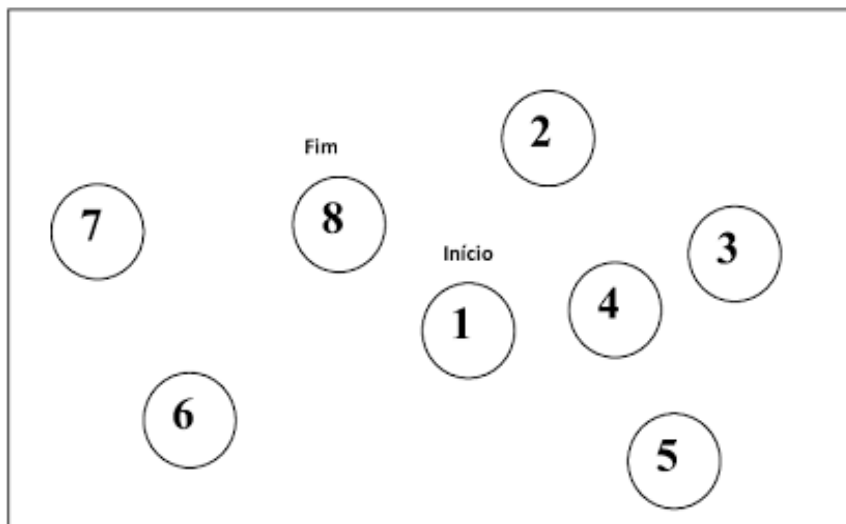
Tempo em cada dia?

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Tempo							

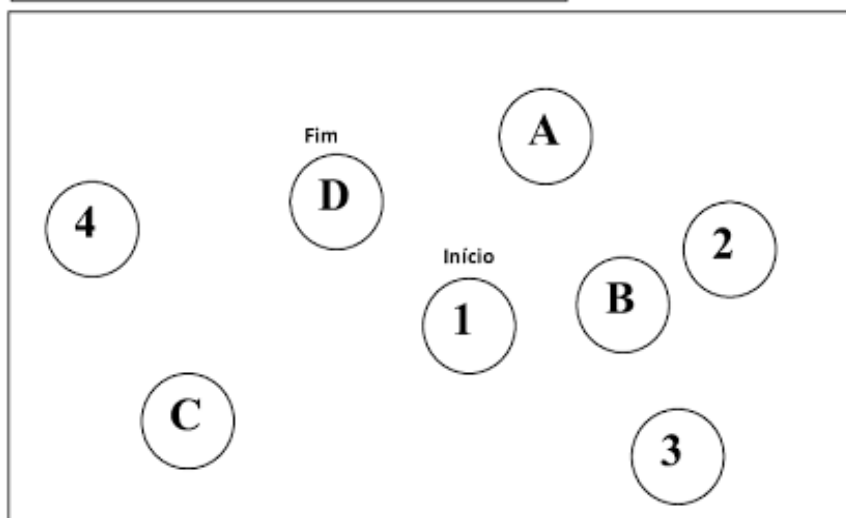
ANEXO VI – TESTE DE TRILHAS A

Testes de Trilhas – Parte A (EXEMPLO)

Nome: _____
Data: ____/____/____
Nº banco: ____ Testagem: ____

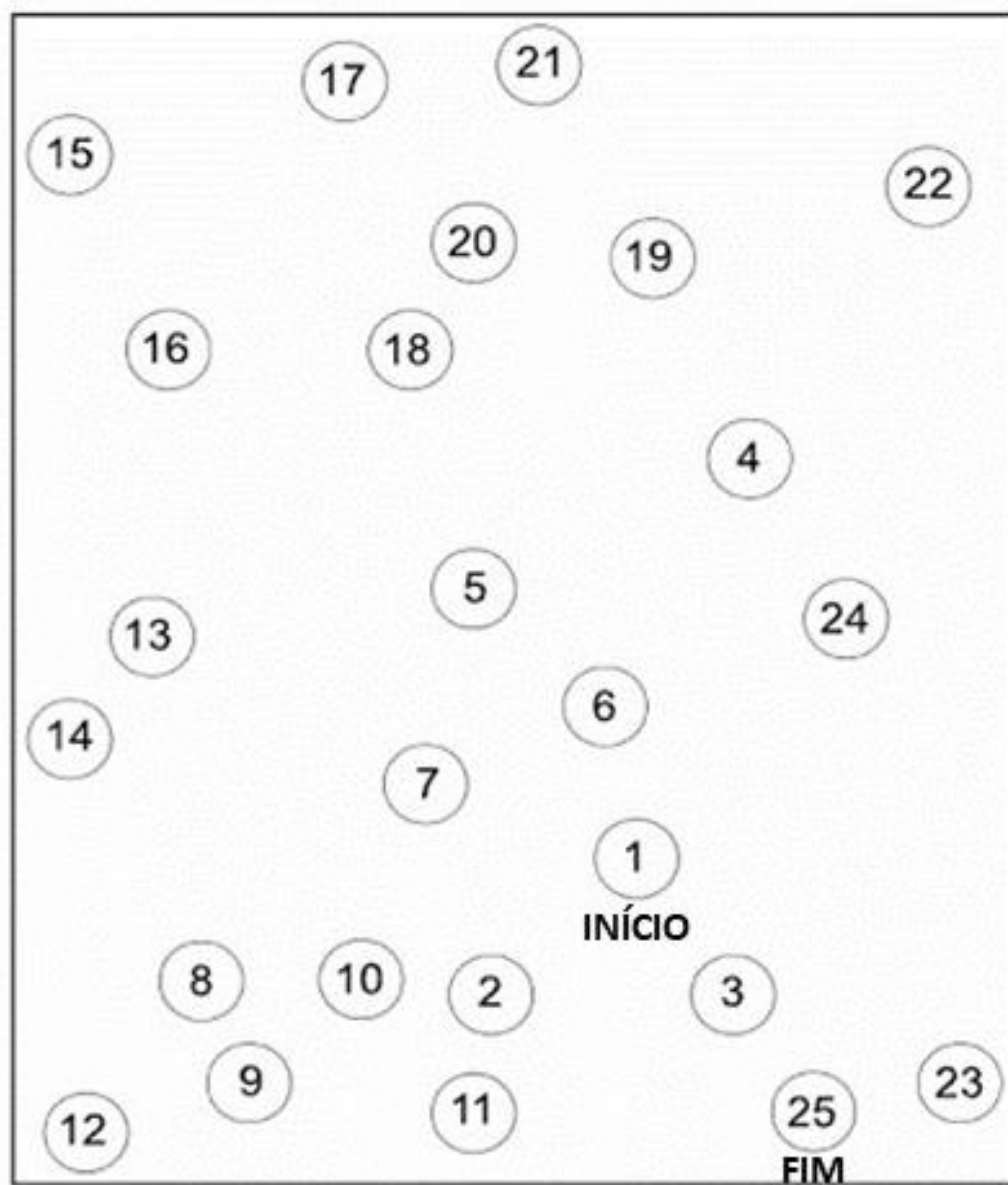


Testes de Trilhas – Parte B (EXEMPLO)



Trail Making Test (Parte A)

Nome: _____ Data: _____

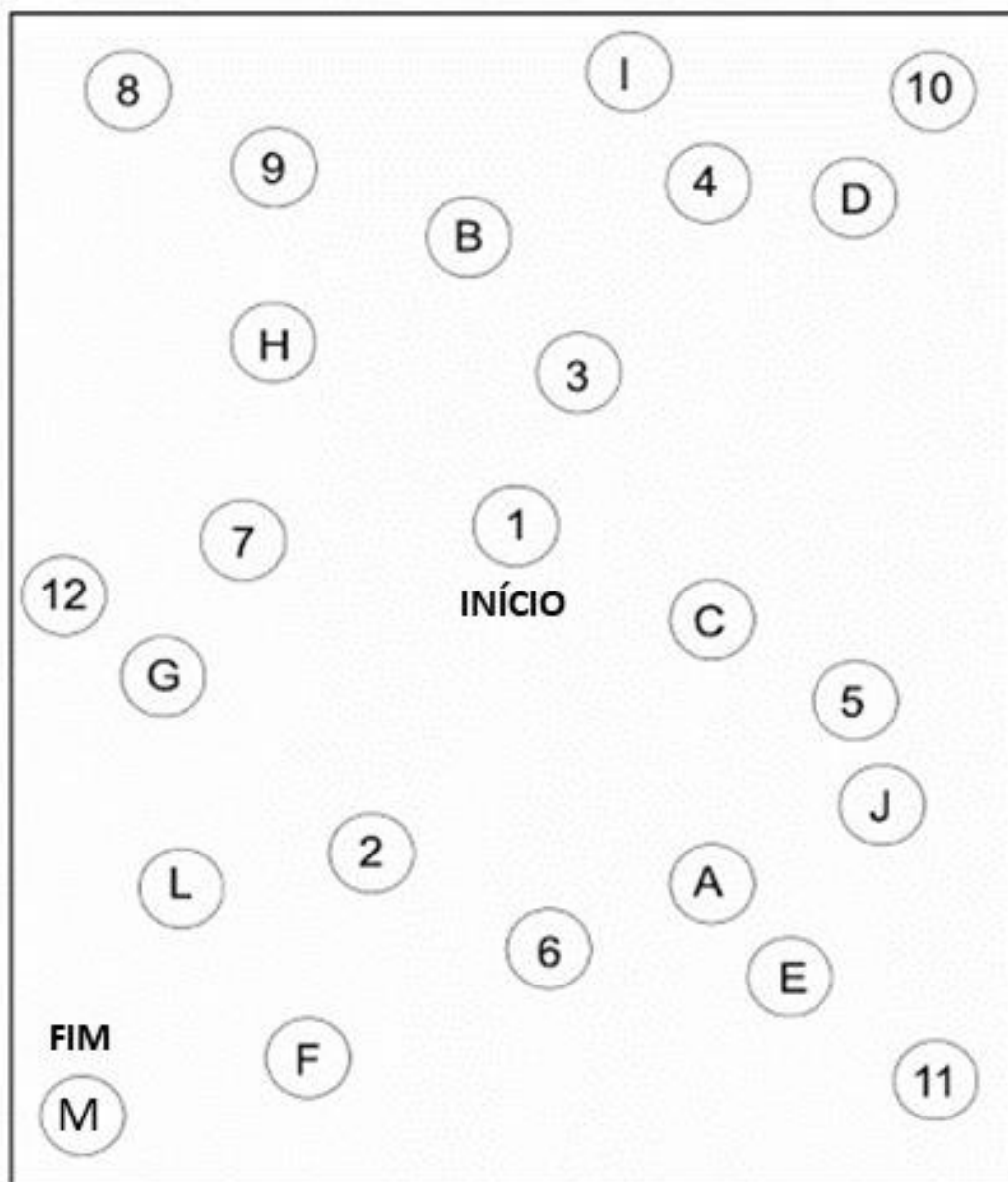


TA: _____

ANEXO VII – TESTE DE TRILHAS B

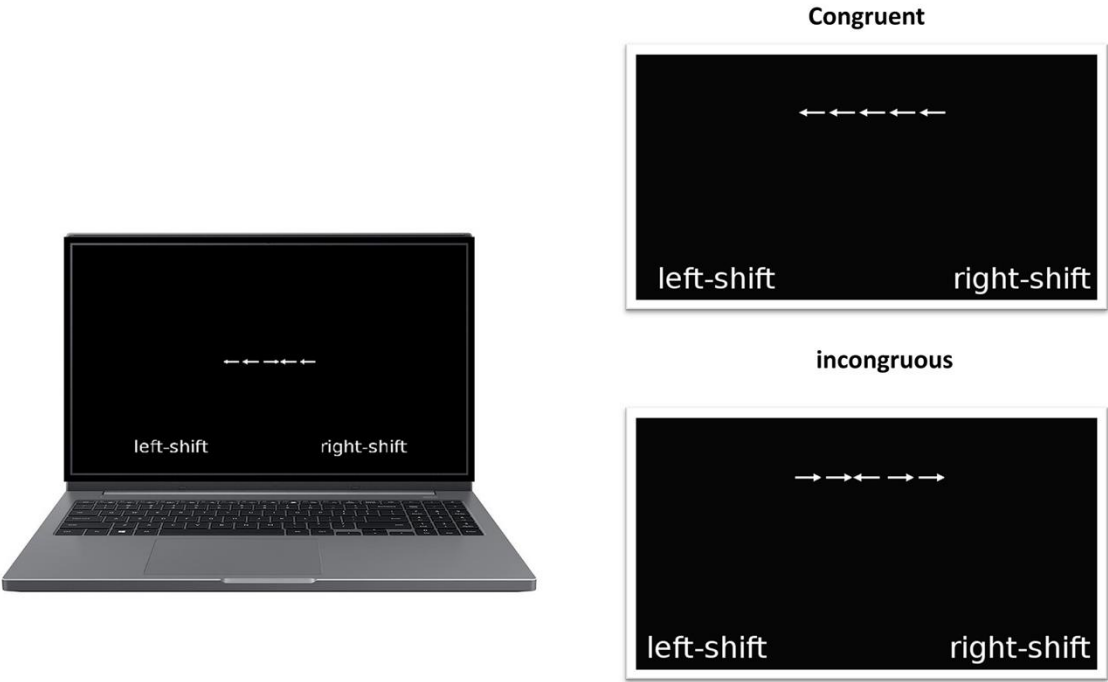
Trail Making Test (Parte B)

Nome: _____ Data _____

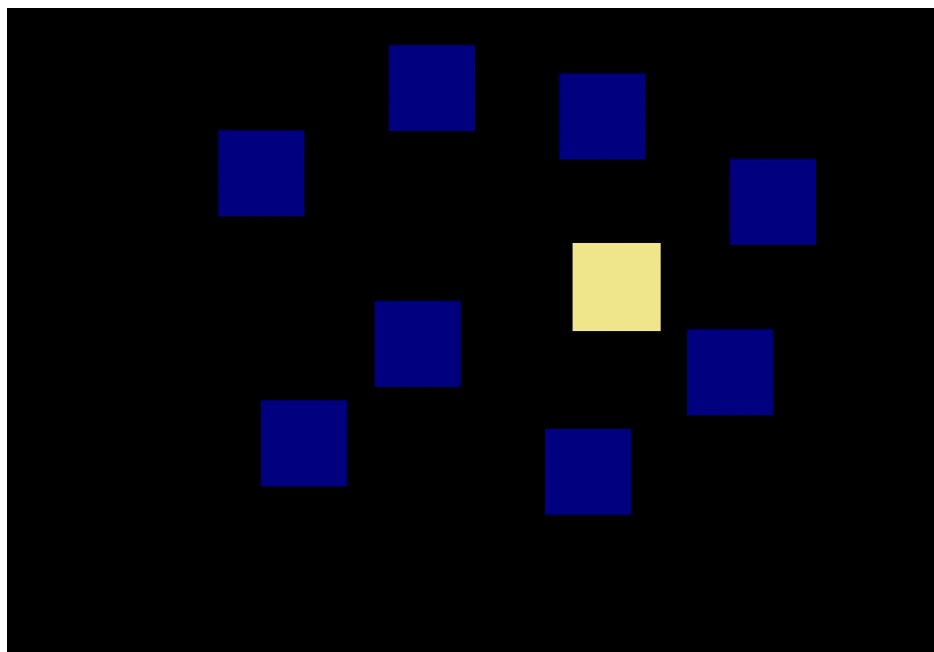


TA: _____

ANEXO VIII – TESTE DE FLANKER



ANEXO IX – TESTE DE CORSI BLOCK



ANEXO X – SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY – SPPB

1. TESTE DE EQUILÍBRIO

A. Posição em pé, com os pés juntos

(1) ponto: Manteve por 10 segundos

(0) ponto: Não manteve por 10 segundos

(0) ponto: Não tentou

Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1

Tempo de execução quando for menor que 10 seg: ____ segundos

B. Posição em pé, com um pé parcialmente à frente

(1) ponto: Manteve por 10 segundos

(0) ponto: Não manteve por 10 segundos

(0) ponto: Não tentou

Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1

Tempo de execução quando for menor que 10 seg: ____ segundos

C. Posição em pé, com um pé à frente

(2) pontos: Manteve por 10 segundos

(1) ponto: Manteve por 3 a 9,99 segundos

(0) ponto: Manteve por menos de 3 segundos

(0) ponto: Não tentou

Se pontuar 0, encerre os Testes de Equilíbrio e marque o motivo no Quadro 1

Tempo de execução quando for menor que 10 seg: ____ segundos

2. TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA (PODEM SER UTILIZADOS 3 OU 4 METROS)

Quadro 1. Se o participante não realizou algum teste ou falhou, marque o motivo:

- () Tentou, mas não conseguiu
- () Participante não pode manter-se na posição sem ajuda
- () Não tentou, você não sentiu segurança
- () Não tentou, o participante sentiu-se inseguro
- () Participante não conseguiu entender as instruções
- () Participante se recusou
- () Outros (especifique)

Pontuação total nos Testes de Equilíbrio:

_____ (soma dos pontos)

Comentários:

PRIMEIRA TENTATIVA	SEGUNDA TENTATIVA
A. Tempo da primeira tentativa: _____ seg B. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo: 1) Tentou, mas não conseguiu 2) O paciente não consegue caminhar sem a ajuda de outra pessoa 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro 5) O paciente não conseguiu entender as instruções 6) Outros (especifique): _____ 7) O paciente se recusou C. Apoio para a primeira caminhada: () Nenhum () Bengala () Outro D. Se o paciente não conseguiu realizar a caminhada, pontue: 0 e prossiga para o teste de levantar da cadeira.	A. Tempo da segunda tentativa: _____ seg B. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo: 1) Tentou, mas não conseguiu 2) O paciente não consegue caminhar sem a ajuda de outra pessoa 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro 5) O paciente não conseguiu entender as instruções 6) Outros (especifique): _____ 7) O paciente se recusou C. Apoio para a primeira caminhada: () Nenhum () Bengala () Outro D. Se o paciente não conseguiu realizar a caminhada, pontue: 0 e prossiga para o teste de levantar da cadeira.
PONTUAÇÃO DO TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA Extensão do teste de marcha: () Quatro metros () Três metros Qual foi o tempo mais rápido dentre as duas caminhadas? Marque o menor dos dois tempos: _____ segundos e utilize para pontuar Se somente uma caminhada foi realizada, marque esse tempo: _____ segundos	
Pontuação para a caminhada de 3 metros: (1) ponto: > 6,52s (2) pontos: ≥ 4,66 e ≤ 6,52s (3) pontos: ≥ 3,62 e ≤ 4,65s (4) pontos: > 3,62s	Pontuação para a caminhada de 4 metros: (1) ponto: > 8,70s (2) pontos: ≥ 6,21 e ≤ 8,70s (3) pontos: ≥ 4,82 e ≤ 6,20s (4) pontos: > 4,82s

3. TESTE DE LEVANTAR DA CADEIRA

LEVANTAR DA CADEIRA UMA VEZ	LEVANTAR DA CADEIRA REPETIDAS VEZES
Resultado do pré-teste: levantar da cadeira de uma vez	Resultado do teste: levantar da cadeira repetidas vezes
A. Levantou-se sem ajuda e com segurança () Sim () Não	A. Levantou-se as cinco vezes com segurança: () Sim () Não
B. Resultados: () Usou os braços para levantar-se > Vá para o teste de Levantar da Cadeira Repetidas Vezes () Levantou-se sem usar os braços > Encerre o teste e pontue 0 ponto () Teste não completado/realizado > Encerre o teste e pontue 0 ponto	B. Levantou-se as cinco vezes com êxito, registre o tempo: _____ segundos
C. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo: 1) Tentou, mas não conseguiu 2) O paciente não consegue se levantar sem ajuda de outra pessoa 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro 5) O paciente não conseguiu entender as instruções 6) Outros (especifique) _____ 7) O paciente se recusou	C. Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo: 1) Tentou, mas não conseguiu 2) O paciente não consegue caminhar sem a ajuda de outra pessoa 3) Não tentou, o avaliador julgou inseguro 4) Não tentou, o paciente sentiu-se inseguro 5) O paciente não conseguiu entender as instruções 6) Outros (especifique) _____ 7) O paciente se recusou

PONTUAÇÃO DO TESTE: LEVANTAR DA CADEIRA

- (0) ponto:** O paciente não conseguiu levantar as 5 vezes ou completou o teste em tempo > 60s
- (1) ponto:** Se o tempo for $\geq 16,70$ s:
- (2) pontos:** Se o tempo for $\geq 13,70$ e $\leq 16,69$ s
- (3) pontos:** Se o tempo for $\geq 11,20$ e $\leq 13,69$ s
- (4) pontos:** Se o tempo for $\leq 11,19$ s

PONTUAÇÃO COMPLETA PARA A VERSÃO BRASILEIRA DA SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY – SPPB

- Pontuação total do teste de equilíbrio: _____ pontos
- Pontuação total do teste de velocidade de marcha: _____ pontos
- Pontuação total do teste de levantar da cadeira: _____ pontos
- Pontuação total:** _____ pontos (some todos os pontos acima)



UM PE DO LADO DO OUTRO

Pés juntos, um ao lado do outro

1 = 10s

0 = menos de 10s se a pontuação for zero, vá diretamente para o teste de velocidade de caminhada



POSIÇÃO SEMI-TANDEM

O calcanhar de um pé na altura do polegar do outro lado

1 = 10s

0 = menos de 10s, se a pontuação for zero, vá diretamente para o teste de velocidade de caminhada



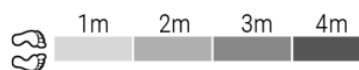
POSIÇÃO EM TANDEM

O calcanhar de um pé em contato com a ponta do outro

2 = 10s

1 = 3 a 9s

0 = menos de 3s



Meça o tempo que leva para caminhar 3 ou 4 metros em um ritmo normal (use o melhor tempo de duas tentativas)

Caminhada de 3m

< 3,625s..... 4

3,62-4,65s..... 3

4,66-6,52s..... 2

> 6,52s..... 1

Incapaz..... 0

Caminhada de 4m

< 4,82s..... 4

4,82-6,20s..... 3

6,21-8,70s..... 2

> 8,7s..... 1

Incapaz..... 0

TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA

Pré-teste: Indivíduo deve cruzar os braços sobre o peito e tentar ficar de pé com os braços cruzados nessa posição
0 = incapaz

5 REPS: Meça o tempo que leva para se levantar 5 vezes da posição sentada, com as costas retas e o mais rápido possível com os braços cruzados.

0 = mais de 60s ou incapaz
1 = 16,7-59s
2 = 13,70-59s
3 = 11,20-13,69s
4 = menos de 11,19s

TESTE DE EQUILÍBRIO

TESTE DE SENTAR E LEVANTAR

ANEXO IX – TABELA SUPLEMENTAR 1

Tabela Suplementar 1. Medicamentos utilizados pelos participantes da pesquisa.

Classe Terapêutica	Nome do Medicamento	CON	ER	ER-DT
Anti-hipertensivos	Atenolol	0	1	0
	Captopril	0	0	1
	Duomo	1	0	0
	Losartana	4	0	3
	Losartana Potássica	0	1	0
Anti-inflamatórios	Aradeis E Bruprovil	1	0	0
Antiagregantes plaquetários	Ácido Acetilsalicílico	1	0	0
Antidiabéticos	Glibenclamida	2	1	1
	Glicosida	0	0	1
	Glifage	4	2	2
	Insulina	0	1	0
	Jardiance	1	0	0
	Metformina	0	1	1
	Xigduo- Xr	0	0	1
	Hidroclorotiazida	2	0	1
Diuréticos	Omeocor	0	0	1
Hipolipemiantes	Rosuvastatina	2	0	0
	Sinvastatina	0	0	2
	Levotiroxina	0	0	1
Hormônios	Alopidina	1	0	0
Oftalmológicos	Colírio Para Glaucoma	0	0	1
	Travatomaodiba	1	0	0
	Forfig	1	0	0
Protetores hepáticos	Legalona	0	1	0
	Citalopram	0	0	1
Psicotrópicos	Pregabalina	1	0	0
	Se Acalme	0	0	1
Suplementos	Citoneurin	0	0	1
	Creatina	0	0	1