

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

MÔNICA CÁSSIA BERNARDO DE SOUZA

**VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA ADAPTAÇÃO DIGITAL DO TESTE DE
TRILHAS NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO COGNITIVA**

Alfenas/MG

2025

MÔNICA CÁSSIA BERNARDO DE SOUZA

**VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA ADAPTAÇÃO DIGITAL DO TESTE DE
TRILHAS NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO COGNITIVA**

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências da Reabilitação pela Universidade
Federal de Alfenas.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Prof^a. Dra. Luciana Maria dos Reis

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Adriana Teresa Silva Santos

Alfenas/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

de Souza, Mônica Cássia Bernardo.

Validade e confiabilidade de uma adaptação digital do teste de trilhas na avaliação da função cognitiva / Mônica Cássia Bernardo de Souza. - Alfenas, MG, 2025.

94 f. : il. –

Orientador(a): Luciana Maria dos Reis.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Reabilitação. 2. Avaliação cognitiva. 3. Função motora. 4. Teste motor de trilhas. 5. Validade. I. dos Reis, Luciana Maria, orient. II. Título.

MÔNICA CÁSSIA BERNARDO DE SOUZA**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO COGNITIVA POR MEIO DO TESTE DE TRILHAS ADAPTADO**

A Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Ciências da Reabilitação.

Aprovada em: 30 de junho de 2025

Profa. Dra. Luciana Maria dos Reis

Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL/MG

Profa. Dra. Fernanda Rossi Paolillo

Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais- UEMG/MG

Prof. Dr. Yvo Marcelo Chiaradia Masselli

Instituição: Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL/MG



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Maria dos Reis, Professor do Magistério Superior**, em 30/06/2025, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1549382** e o código CRC **F1047E29**.

Aos que suportaram o calor do sol
para que eu descansasse à sombra:
meus pais, eternos jardineiros da minha história.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNIFAL por toda construção do meu conhecimento científico.

Agradeço a Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), em especial aos professores do curso de Fisioterapia e à professora Adriana Teresa Silva Santos.

Santa Teresinha do Menino Jesus certa vez disse que *“Deus não inspira sonhos impossíveis”*. Hoje, agradeço ao bom Deus por ter plantado em meu coração o sonho de ensinar — entre tantos outros que ainda guardo com esperança. Agradeço aos meus pais, Sandra Aparecida Bernardo de Souza e Denilson Pinto de Souza, pelas mãos cansadas que se abriram para me dar não apenas o dinheiro suado do trabalho, mas também o incentivo nas palavras firmes — às vezes duras, mas sempre necessárias — e o amor em cada abraço silencioso que falava mais que mil discursos. Aos meus irmãos, Juliana e Paulo, por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava, e por seu orgulho, que foi meu farol nos dias mais escuros. Ao meu marido, Samuel, pela paciência que transformou nossas tardes, noites e madrugadas em sacrifícios compartilhados, pelas aulas de inglês pagas com generosidade, e por ser meu porto seguro quando o cansaço ameaçava me derrubar. À minha filha, Maria Teresa, minha pequena fonte de inspiração, que me ensinou que ser melhor a cada dia não é uma escolha, mas um legado que quero deixar para ela. Ao Grupo de Jovens JURA, que me mostrou Deus não apenas nas palavras, mas nos abraços, nas risadas e no ânimo que renovou minha caminhada. Aos meus amigos — especialmente Ana Flávia, companheira de jornada acadêmica, que dividiu comigo cada dúvida, cada desafio, cada vitória. E a todos os professores que cruzaram meu caminho, cujas correções, exemplos e conversas foram tijolos na construção da profissional e da pessoa que sou hoje. Hoje, direciono meu agradecimento mais profundo à professora Luciana Maria dos Reis, que me orientou neste trabalho não apenas com dedicação e paciência, mas com a humanidade que transforma conhecimento em sabedoria. Obrigada, do fundo do meu coração.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

"Quem beber da água que Eu lhe der nunca mais terá sede. "

João 4,14

RESUMO

Introdução: O Teste Motor de Trilhas (TMT) é um instrumento que avalia funções cognitivas como velocidade de processamento, atenção sustentada, flexibilidade mental e habilidades viso-motoras. As adaptações do TMT para versões digitais são importantes pois aumentam a acessibilidade, a precisão e o engajamento dos participantes, incorporando elementos interativos que podem melhorar a motivação e a qualidade da avaliação em diferentes contextos. **Objetivo:** Desenvolver, com base no TMT, um instrumento integrado para avaliação da função cognitiva e da aprendizagem motora bem como verificar a validade e a confiabilidade da etapa de avaliação da função cognitiva. **Metodologia:** Foram realizados dois estudos: (1) estudo piloto com 15 idosos (60+ anos, MEEM >24) que permitiu verificar a confiabilidade do Teste de Trilhas Adaptado (TTA) no ambiente 5A (equivalente ao TMT), analisando tempo e erros por dois avaliadores independentes em teste-reteste com intervalo de 7 dias, por meio da Correlação de Spearman; e (2) estudo com 26 adultos jovens (18-25 anos), que permitiu verificar a validade de critério e a confiabilidade do Teste de Trilhas Adaptado em sua segunda versão após ajustes (TTA2), analisando tempo e erros por dois avaliadores em teste-reteste com intervalo de 7 dias, por meio do, bem como a correlação com o TMT por meio da correlação de Pearson. **Resultados:** No estudo 1, a versão digital apresentou confiabilidade interavaliadores com correlação positiva e significativa entre avaliadores no reteste (CC=0,79, $p<0,01$). No estudo 1, a versão digital apresentou confiabilidade interavaliadores com correlação positiva moderada e significativa para erros no teste (CC=0,62; $p=0,01$), bem como correlação alta significativa para tempo no reteste (CC=0,79; $p<0,01$). Houve redução média de 20,5% no tempo de execução no reteste ($p<0,001$), indicando efeito de prática. No estudo 2, a análise de validade revelou correlações moderadas a fortes para tempo ($r=0,50-0,66$; $p<0,01$), mas baixas para erros ($r=-0,23$ a $0,18$; $p>0,05$). A confiabilidade intra-avaliador foi moderada a forte para tempo em um avaliador (CC=0,67-0,69; $p<0,01$), mas baixa para erros (CC=-0,24 a $0,52$; $p>0,05$). A confiabilidade interavaliadores foi moderada e significativa para tempo (CC=0,56; $p<0,01$). **Conclusão:** As versões digitais do TMT demonstraram viabilidade operacional, com validade satisfatória para avaliação do tempo de execução no TTA2. O TTA apresentou estabilidade moderada em idosos, enquanto o

TTA2 mostrou-se alternativa viável ao TMT tradicional em adultos jovens. A redução consistente no tempo de execução nos retestes indica efeito de aprendizagem. A baixa confiabilidade na mensuração de erros indica necessidade de ajustes na interface.

Palavras-chave: reabilitação; avaliação cognitiva; função motora; trail making test; confiabilidade; validade.

ABSTRACT

Introduction: The Trail Making Test (TMT) is an instrument that assesses cognitive functions such as processing speed, sustained attention, mental flexibility, and visuomotor skills. Adapting the TMT into digital versions is important because it increases accessibility, accuracy, and participant engagement by incorporating interactive elements that can enhance motivation and assessment quality across different contexts—particularly in populations where cognitive condition is a relevant factor, such as the elderly. **Objective:** To develop, based on the TMT, an integrated instrument for assessing cognitive function and motor learning, as well as to verify the validity and reliability of the cognitive function assessment stage. **Methodology:** Two studies were conducted: (1) a pilot study with 15 older adults (60+ years, MMSE >24) to assess the reliability of the Adapted Trail Making Test (TTA) in the 5A environment (equivalent to the TMT), analyzing time and errors through test-retest with a 7-day interval, evaluated by two independent raters using Spearman's correlation; and (2) a study with 26 young adults (18-25 years) to verify the criterion validity and reliability of the second version of the Adapted Trail Making Test after adjustments (TTA2), analyzing time and errors through test-retest with a 7-day interval, assessed by two raters using Pearson's correlation, as well as its correlation with the traditional TMT. **Results:** In Study 1, the digital version showed inter-rater reliability with a significant positive correlation between raters in the retest (CC=0.79, $p < 0.01$). It also demonstrated moderate and significant reliability for errors in the test (CC=0.62; $p = 0.01$) and high and significant reliability for time in the retest (CC=0.79; $p < 0.01$). A mean reduction of 20.5% in execution time was observed in the retest ($p < 0.001$), indicating a practice effect. In Study 2, validity analysis revealed moderate to strong correlations for time ($r = 0.50$ – 0.66 ; $p < 0.01$) but weak correlations for errors ($r = -0.23$ to 0.18 ; $p > 0.05$). Intra-rater reliability was moderate to strong for time in one rater (CC=0.67–0.69; $p < 0.01$) but low for errors (CC=-0.24 to 0.52; $p > 0.05$). Inter-rater reliability was moderate and significant for time (CC=0.56; $p < 0.01$). **Conclusion:** The digital versions of the TMT demonstrated operational feasibility, with satisfactory validity for assessing execution time. The TTA showed moderate stability in older adults, while the TTA2 proved to be a viable alternative to the traditional TMT in young adults. The consistent reduction in execution time in retests indicates a learning effect. The

low reliability in error measurement suggests the need for interface adjustments.

Keywords: rehabilitation; cognitive assessment; motor function; trail making test; reliability; validity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características sociodemográficas e clínicas	40
Tabela 2 - Análise intra e inter avaliadores referente ao erro	42
Tabela 3 - Análise intra e inter avaliadores referente ao tempo.....	42
Tabela 1 - Características sociodemográficas e clínicas	60
Tabela 2 - Análise da validade para a variável tempo em segundos.....	61
Tabela 3 - Análise da validade para a variável erro.....	62
Tabela 4 - Análise de confiabilidade para a variável tempo em segundos.....	63
Tabela 5 - Análise da confiabilidade para a variável erro.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teste de Trilhas aplicado em papel.....	23
Figura 2 - Fluxograma sobre funcionamento do aplicativo.....	28
Figura 3 - TTA2 Primeira Etapa	29
Figura 4 - TTA2 Segunda Etapa.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Aprendizagem Motora
AIVD e Brody)	Atividades Instrumentais de Vida Diária (referente à Escala de Lawton e Brody)
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
GDS-15	Escala de Depressão Geriátrica (15 itens)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Coefficiente de Correlação Intraclasse (usado nas análises de confiabilidade)
IC 95%	Intervalo de Confiança de 95%
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
M ± DPM	Média Desvio Padrão da Medida
ONU	Organização das Nações Unidas
TMT	<i>Trail Making Test</i> (Teste de Trilhas)
TTA	Teste de Trilhas Adaptado (versão gamificada)
TTA2	Teste de Trilhas Adaptado 2.0 (versão com avaliação cognitiva + aprendizagem motora)
TUG	Timed Up and Go (Teste de Desempenho de Marcha)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	POPULAÇÃO IDOSA.....	18
2.2	ASPECTOS COGNITIVOS.....	20
2.3	APRENDIZAGEM MOTORA.....	21
2.4	TESTE MOTOR DE TRILHAS.....	22
3	OBJETIVO GERAL.....	25
4	METODOLOGIA GERAL.....	26
5	ARTIGO 1 – CONFIABILIDADE DO TESTE DE TRILHAS DIGITAL NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO COGNITIVA EM IDOSOS – ESTUDO PILOTO.....	32
6	ARTIGO 2 – VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA VERSÃO DIGITAL DO TESTE DE TRILHAS EM ADULTOS JOVENS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	72
	ANEXOS.....	79

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *World Population Prospects 2022* da Organização das Nações Unidas (ONU), o envelhecimento populacional global está crescendo de forma acelerada. Atualmente, 9,1% da população mundial (767 milhões de pessoas) têm 65 anos ou mais. Até 2050, esse percentual deve aumentar para 16%, totalizando cerca de 2 bilhões de pessoas idosas (Organização das Nações Unidas, 2022).

O envelhecimento populacional é um dos resultados da transição demográfica, que envolve a mudança de uma realidade de altas taxas de natalidade e mortalidade para um cenário de baixas taxas (Macia *et al.*, 2019). O aumento da expectativa de vida e a queda da mortalidade resultam de diversos fatores, como a evolução da medicina (Macia *et al.*, 2019). Entretanto, esse progresso não se limita apenas ao desenvolvimento de novos medicamentos ou técnicas cirúrgicas e de cuidado, mas inclui também a criação de instrumentos de avaliação que auxiliam na formulação de tratamentos adequados a cada indivíduo (Guimarães *et al.*, 2019).

Além de sua aplicação em estudos epidemiológicos, os instrumentos de avaliação são utilizados para diversos fins, como a escolha entre modelos terapêuticos, o estabelecimento de prognósticos, o rastreamento e a identificação de condições. No caso dos idosos, a criação de novos instrumentos soma-se à necessidade de validação de instrumentos já existentes específicos para essa faixa etária. Isso se deve às peculiaridades do organismo envelhecido, que podem influenciar a forma como os instrumentos tradicionais funcionam e como devem ser interpretados os resultados (Veras, 2023).

As particularidades do organismo de um idoso variam entre as alterações fisiológicas dessa faixa etária, que caracterizam o processo de senescência, e as alterações patológicas, denominadas senilidade. Essas mudanças podem ser observadas separadamente em cada sistema do indivíduo ou de forma geral, evidenciadas pela presença de alguns sinais clínicos, como as alterações cognitivas (Cohen *et al.*, 2019).

Segundo Salthouse (2019), não é possível identificar qual o limite das alterações cognitivas que devem ser consideradas típicas no envelhecimento. São necessários mais estudos que acompanhem longitudinalmente esse processo para que se delimitem os momentos em que os declínios cognitivos passam a ser

patológicos. Entretanto, já são conhecidas algumas alterações físicas que influenciam o declínio cognitivo, como o estresse oxidativo, a redução da função mitocondrial, a neuroinflamação e a diminuição da função biológica cerebral (Cohen *et al.*, 2019).

As ferramentas para avaliação cognitiva podem analisar atenção, funcionamento executivo, gnosia, aprendizagem, linguagem, memória, orientação, praxia, prosódia, entre outros aspectos (Souza *et al.*, 2019). Em uma revisão integrativa cujo objetivo era denominar os instrumentos de avaliação cognitiva usados no Brasil, identificou-se o uso de 61 ferramentas no total, sendo o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), o Teste de Fluência Verbal, o Teste de *Span* de Dígitos e o Teste de Trilhas (TMT) os mais comuns (Martins *et al.*, 2019).

O TMT é amplamente utilizado na avaliação de algumas funções cognitivas, como velocidade de processamento cognitivo, flexibilidade mental, atenção sustentada e habilidades viso-motoras (Bednorz; Religa, 2023). O teste é composto por duas partes, sendo que, a Parte A exige a conexão de uma sequência de números (1 a 25) em ordem crescente, permitindo avaliar o processamento visual, a velocidade de processamento mental, a atenção sustentada e a capacidade de busca visual; enquanto a Parte B exige alternância entre números e letras em ordem crescente (1-A-2-B, e assim por diante), aumentando a complexidade da tarefa e exigindo maior flexibilidade mental, controle executivo e alternância de tarefas. A Parte B é mais sensível às funções executivas, como a capacidade de inibir respostas automáticas e gerenciar mudanças rápidas de foco (Tombaugh, 2004).

Embora o TMT seja utilizado para avaliar a cognição, ele também pode fornecer informações sobre habilidades motoras e de coordenação visual-motora, especialmente em adaptações específicas (Sánchez-Cubillo *et al.*, 2009; Hafiz *et al.*, 2023). Entretanto, a aprendizagem motora (AM) em si não pode ser mensurada diretamente pelo TMT, pois envolve processos cognitivos complexos, tendo sua avaliação feita de forma indireta, pela análise do comportamento motor utilizando-se gráficos de desempenho capazes de ilustrar os resultados obtidos na execução de uma tarefa motora (Shishov *et al.*, 2017).

Originalmente aplicado em formato impresso, o TMT tem sido adaptado para versões digitais (Bracken *et al.*, 2019; Sacco *et al.*, 2019; Park e Schott, 2022; Baykara *et al.*, 2022). As duas versões adaptadas do Teste de Trilhas, utilizadas neste estudo distinguem-se das demais versões encontradas na literatura por apresentarem uma

abordagem digital capaz de fornecer *insights* sobre a AM, considerando os estágios cognitivo (aquisição), associativo (consolidação) e autônomo (adaptação) (Carrasco-González; Leech, 2022).

2 REVISÃO LITERATURA

2.1 POPULAÇÃO IDOSA

O conceito de pessoa idosa varia conforme a perspectiva adotada. Atualmente, considera-se idosa uma pessoa com 60 anos ou mais em países em desenvolvimento e 65 anos ou mais em países desenvolvidos. Essa definição leva em conta fatores como expectativa de vida e condições socioeconômicas, que diferem entre as regiões (*World Health Assembly*, 2016; *World Population Prospects*, 2022).

No Brasil, a Política Nacional do Idoso, instituída pela Lei nº 8.842/1994, adota o limite de 60 anos para definir o início dessa fase da vida (Brasil, 1994; Brasil, 2003). No entanto, o envelhecimento é um processo individual e multifatorial, caracterizado por mudanças biológicas, psicológicas e sociais que variam entre os indivíduos e ao longo do tempo (Mitina *et al.*, 2020; Saadeh *et al.*, 2020).

Além da idade cronológica, é essencial considerar que o termo "idoso" abrange uma ampla diversidade de condições físicas, mentais e sociais. Alguns indivíduos podem apresentar sinais de envelhecimento precoce antes de alcançar a idade estabelecida, enquanto outros permanecem fisicamente ativos e funcionalmente independentes. Essa heterogeneidade reforça a necessidade de abordagens personalizadas para atender às demandas específicas dessa população, considerando as singularidades de cada caso (Jaul; Barron, 2021).

O envelhecimento populacional é um fenômeno universal, mas ocorre em ritmos distintos entre os países. No Brasil, a transição demográfica tem se acelerado, resultando em uma rápida elevação no número de pessoas idosas. Dados do IBGE mostram que, em 2010, 7,3% da população brasileira tinha 65 anos ou mais; em 2022, essa proporção aumentou para 10,2%, com previsão de atingir 21,9% em 2050. A prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como hipertensão, diabetes e doenças cardíacas, também tende a aumentar, refletindo nas mudanças das características demográficas (Ribeiro *et al.*, 2020).

O envelhecimento é acompanhado por diversas mudanças físicas e cognitivas. Fisicamente, observa-se uma diminuição da massa muscular, da densidade óssea e da flexibilidade, além de uma redução na capacidade cardiorrespiratória e na regeneração celular (Herold *et al.*, 2019). Cognitivamente, a memória de curto prazo

pode ser afetada, assim como a velocidade de processamento de informações, enquanto funções como a memória semântica, linguagem e habilidades sociais tendem a se manter relativamente preservadas. Essas mudanças variam de acordo com fatores genéticos, estilo de vida, saúde geral e condições ambientais (Ebaid; Crewther, 2020; Gómez-Soria *et al.*, 2021).

O declínio cognitivo em idosos pode estar relacionado a doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer e a demência vascular. No Brasil, a prevalência de demência entre idosos é de 5,8%, com taxas variando conforme a faixa etária e o nível de escolaridade. A prevalência aumenta com a idade, chegando a 42,8% entre os maiores de 90 anos, e é mais alta entre analfabetos (16,5%). Em 2019, estimou-se que cerca de 1,76 milhão de pessoas conviviam com demência, sendo a doença de Alzheimer responsável por 60% a 70% dos casos. O estudo ELSI-Brasil também revelou um elevado índice de subdiagnóstico, com apenas 1,2% dos participantes relatando diagnóstico prévio (Bertola *et al.*, 2023).

O monitoramento do envelhecimento populacional e das condições de saúde dos idosos depende de uma variedade de instrumentos, que vão desde censos demográficos até indicadores de saúde, como expectativa de vida, prevalência de doenças crônicas e indicadores de funcionalidade. Além disso, questionários e escalas de avaliação, como o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e o Teste de Desempenho de Marcha (TUG), são frequentemente utilizados para avaliar a função cognitiva e motora dos idosos (Moreira *et al.*, 2022; Xu *et al.*, 2022).

As abordagens cognitivas para o cuidado de idosos envolvem uma integração entre diferentes disciplinas, como a psicologia, a fisioterapia e a neuropsicologia, para promover a saúde mental e física da população idosa. Na fisioterapia, o enfoque tem sido a implementação de programas que estimulam a função cognitiva por meio de exercícios físicos, visando à prevenção de quedas, ao aumento da mobilidade e à manutenção da independência. Além disso, as intervenções que combinam estímulos cognitivos e físicos, como exercícios de dupla tarefa, têm mostrado benefícios no controle de doenças neurodegenerativas, além de promoverem o bem-estar geral dos idosos (Jardim *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2020).

2.2 ASPECTOS COGNITIVOS

Cognição é o conjunto de processos mentais que envolvem a aquisição, organização, armazenamento, recuperação e aplicação de informações, abrangendo habilidades como percepção, atenção, memória, linguagem e raciocínio. Esses processos, mediados principalmente pelo sistema nervoso central, permitem a interação adaptativa com o ambiente e estão em constante influência de fatores biológicos, psicológicos e sociais (Xu *et al.*, 2023).

Os processos cognitivos básicos, como atenção, memória, linguagem, percepção, tomada de decisão, aprendizado e funções executivas, são essenciais para interpretar informações, tomar decisões e agir. A atenção foca em estímulos relevantes; a memória armazena e recupera informações; a linguagem permite a comunicação; a percepção interpreta estímulos sensoriais; e a tomada de decisão avalia opções para escolhas. Além disso, o aprendizado adapta comportamentos pela experiência, e as funções executivas coordenam habilidades para alcançar objetivos, demonstrando a integração e a complexidade desses processos (Whitley *et al.*, 2016).

A flexibilidade mental, o pensamento abstrato e o raciocínio lógico são processos cognitivos essenciais para a adaptação e a resolução de problemas, influenciando a capacidade de lidar com mudanças. A flexibilidade cognitiva permite alternar entre diferentes tarefas, perspectivas e estratégias, sendo crucial para a adaptação ao ambiente. O pensamento abstrato possibilita a compreensão de conceitos além do concreto, como relações complexas e ideias simbólicas, sendo importante para o planejamento e a criatividade. O raciocínio lógico envolve a análise e organização de informações para a tomada de decisões eficazes. Esses processos interagem de forma integrada, com a flexibilidade mental desempenhando um papel-chave na resolução de problemas, aprendizado e no bem-estar geral (Hohl; Dolcos, 2024).

O declínio cognitivo, um fenômeno complexo e multifatorial, pode ocorrer de forma natural com o avançar da idade ou ser um sinal de doenças neurodegenerativas. O declínio cognitivo natural se caracteriza por alterações graduais em funções como memória e velocidade de processamento, sem comprometer significativamente as atividades diárias. Já o declínio patológico, como o observado na doença de Alzheimer, é mais severo e progressivo, afetando múltiplas áreas cognitivas e impactando

significativamente a qualidade de vida. Fatores como genética, estilo de vida, doenças crônicas e reserva cognitiva influenciam a progressão do declínio (Harada *et al.*, 2013).

Os instrumentos de avaliação das funções cognitivas são ferramentas essenciais para mensurar o desempenho mental e detectar alterações cognitivas ao longo da vida. O *Mini-Mental State Examination* (MMSE) é um dos testes mais utilizados, avaliando funções como orientação, memória, atenção e linguagem, ajudando na detecção de demência e outros distúrbios cognitivos. O Teste de Trilhas (TMT) é outro teste amplamente empregado, que avalia velocidade de processamento, flexibilidade mental, atenção sustentada, habilidades viso-motoras e função motora por meio da realização de tarefas sequenciais que exigem alternância entre números e letras (Osuka *et al.*, 2020; Tak *et al.*, 2021).

2.3 APRENDIZAGEM MOTORA

AAM é o processo de aquisição e aprimoramento das habilidades motoras por meio da prática e experiência, envolvendo a reorganização de circuitos neurais para movimentos mais eficientes e coordenados. Influenciada por fatores internos, como motivação, e externos, como o ambiente, esse processo passa por diferentes estágios, da execução consciente e esforçada do movimento à sua realização automática e fluida (Beroukhim-Kay *et al.*, 2022).

Já a habilidade motora é a capacidade de realizar movimentos com precisão e eficiência, coordenando os sistemas sensorial, motor e cognitivo. Pode ser classificada em finas, como escrever, e grosseiras, como correr, dependendo da complexidade do movimento. As habilidades finas exigem maior controle dos músculos pequenos, enquanto as grosseiras envolvem movimentos amplos e coordenação muscular (Gonzalez *et al.*, 2019).

A função motora é a capacidade do sistema nervoso de coordenar e controlar movimentos corporais para realizar atividades diárias, integrando habilidades motoras em tarefas específicas. Ela se divide em motricidade fina, que envolve movimentos precisos, e motricidade grossa, que envolve movimentos amplos (Hallett, 2024).

Desse modo, conclui-se que a AM é um processo fundamental pelo qual os indivíduos adquirem e aprimoram suas habilidades motoras ao longo do tempo, por meio da prática e da repetição. Esse processo envolve a adaptação do sistema

nervoso e muscular, permitindo que a pessoa execute movimentos com maior precisão, eficiência e coordenação. Assim, a AM é a base para o desenvolvimento das funções motoras, que se tornam necessárias para a realização das atividades diárias (Seidler, 2010).

O aprendizado de habilidades motoras ocorre em três estágios principais: aquisição, consolidação e retenção/adaptação motora. Na fase de aquisição, o indivíduo aprende a sequência motora. Na consolidação, a habilidade é automatizada gradualmente, com uma seleção mais eficiente das ações motoras. Por fim, na retenção, o comportamento motor se estabiliza, preservando o desempenho mesmo com pequenas variações no ambiente (Dahms *et al.*, 2019).

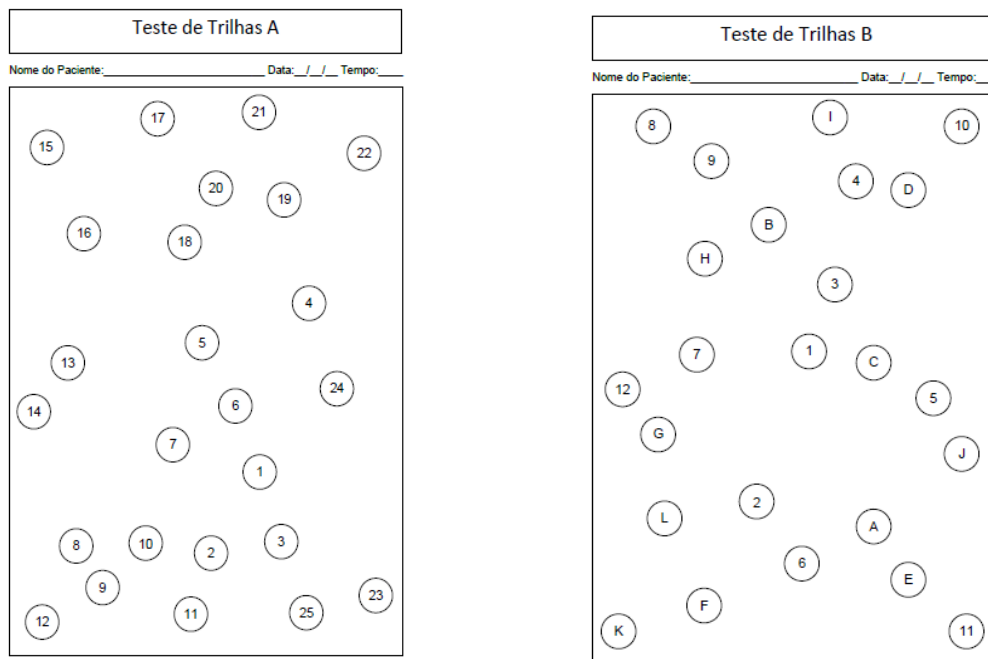
Para medir esse processo, utiliza-se a observação e a quantificação do comportamento por meio das curvas de desempenho, que avaliam as mudanças ao longo da prática. Após a aquisição, testes de retenção ou transferência são realizados para avaliar a permanência da habilidade, dependendo de a tarefa ser realizada nas mesmas condições ou com variações (Bonassi *et al.*, 2020).

2.4 TESTE DE TRILHAS

O TMT (Figura 1) é uma ferramenta utilizada para avaliar funções cognitivas, como flexibilidade mental, atenção sustentada, memória operacional, velocidade de processamento e função motora. O teste é composto por duas partes: na Parte A, o indivíduo deve conectar números em ordem crescente (1-2-3...), enquanto na Parte B, deve alternar entre números e letras em sequência (1-A-2-B-3-C...), o que exige maior demanda cognitiva. Originalmente, foi desenvolvido como um teste em papel e lápis; entretanto, adaptações digitais têm expandido suas aplicações, permitindo maior precisão nas medições e novas possibilidades diagnósticas (Tombaugh, 2004).

O TMT avalia o funcionamento cognitivo mediante análise do tempo de execução e número de erros nas Partes A e B. A Parte A, sensível a déficits de atenção e velocidade de processamento visual, quando prolongada, sugere comprometimento nessas funções. Já a Parte B, que demanda flexibilidade cognitiva e controle executivo, apresenta maior especificidade para disfunções frontais quando há aumento significativo no tempo de execução (superior a três vezes o tempo da Parte A) ou elevada frequência de erros (Arbuthnott & Frank, 2000; Ashendorf *et al.*, 2008).

Figura 1 – Teste de Trilhas aplicado em papel



Fonte: Adaptado de REITAN (1958).

A interpretação requer comparação com normas populacionais estratificadas por idade e escolaridade (Tombaugh, 2004; Mitrushina *et al.*, 2005). A combinação de tempos prolongados em ambas as partes sugere comprometimento cognitivo global, enquanto déficits seletivos na Parte B apontam para disfunção executiva.

Originalmente aplicado em formato impresso, o TMT tem sido adaptado para versões digitais (Bracken *et al.*, 2019; Sacco *et al.*, 2019). Park e Schott (2022), em um estudo com 53 indivíduos saudáveis, de 19 a 82 anos, compararam as versões em papel e lápis e digital do Teste de Trilhas, com o objetivo de avaliar sua confiabilidade, equivalência e capacidade de distinção entre grupos etários. Os resultados demonstraram que o digital apresentou alta reprodutibilidade, forte correlação com o papel e maior sensibilidade para identificar diferenças sutis no desempenho entre jovens e idosos. Os autores concluíram que a versão digital, além de ser comparável à tradicional, oferece vantagens como formas alternativas de aplicação e medidas complementares, posicionando-se como uma ferramenta promissora para o diagnóstico precoce de alterações cognitivas.

Baykara *et al.* (2022), em seu estudo com 108 adultos saudáveis, com idade média de 24,49 anos, tiveram como objetivo comparar as versões digital e tradicional em papel do Teste de Trilhas. O formato do teste manteve as duas partes clássicas, e

o aplicativo registrava automaticamente o tempo e fornecia *feedback* visual imediato para correção de erros. Os resultados indicaram que, embora as versões digitais e em papel fossem comparáveis em termos de validade, os participantes foram mais rápidos na versão digital. Assim, o estudo reforça a viabilidade do TMT digital como uma ferramenta confiável para avaliação cognitiva.

Apesar de existirem estudos que comparem versões digitais com a versão original do TMT, as versões digitais apresentam a mesma função que o teste em papel: avaliação de funções cognitivas. As duas versões adaptadas do Teste de Trilhas, utilizadas no presente estudo distinguem-se das demais versões encontradas na literatura por apresentarem uma abordagem digital capaz de fornecer *insights* sobre a AM. A segunda versão do Teste de Trilhas Adaptado (TTA2), desenvolvido no presente estudo apresenta *feedback* imediato e conta ainda com seis telas extras feitas para treinamento da habilidade motora e avaliação da AM, o que adiciona ao teste mais uma função.

3 OBJETIVO GERAL

O presente estudo foi dividido em duas etapas com objetivo final de desenvolver um instrumento integrado que permitisse a avaliação da função cognitiva e AM.

4 METODOLOGIA GERAL

A primeira parte do presente estudo teve como objetivo verificar a confiabilidade de uma versão digital do Teste de Trilhas anteriormente desenvolvido no departamento de Ciências da Computação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) na avaliação da função cognitiva em idosos, bem como identificar fragilidades para posterior aprimoramento.

Esta versão digital, denominada Teste de Trilhas Adaptado (TTA) foi projetada para fornecer informações sobre a função cognitiva e AM e possui oito ambientes virtuais, sendo o primeiro para aquisição da habilidade, do segundo ao quinto para treino, o sexto para retenção e os dois últimos (sétimo e oitavo) para avaliar a transferência imediata, com desafios como o uso da mão não dominante e alteração do contexto visual. Cabe destacar que para a primeira etapa do presente estudo foi utilizado exclusivamente um dos ambientes (ambiente 5), por ser o mais próximo do TMT.

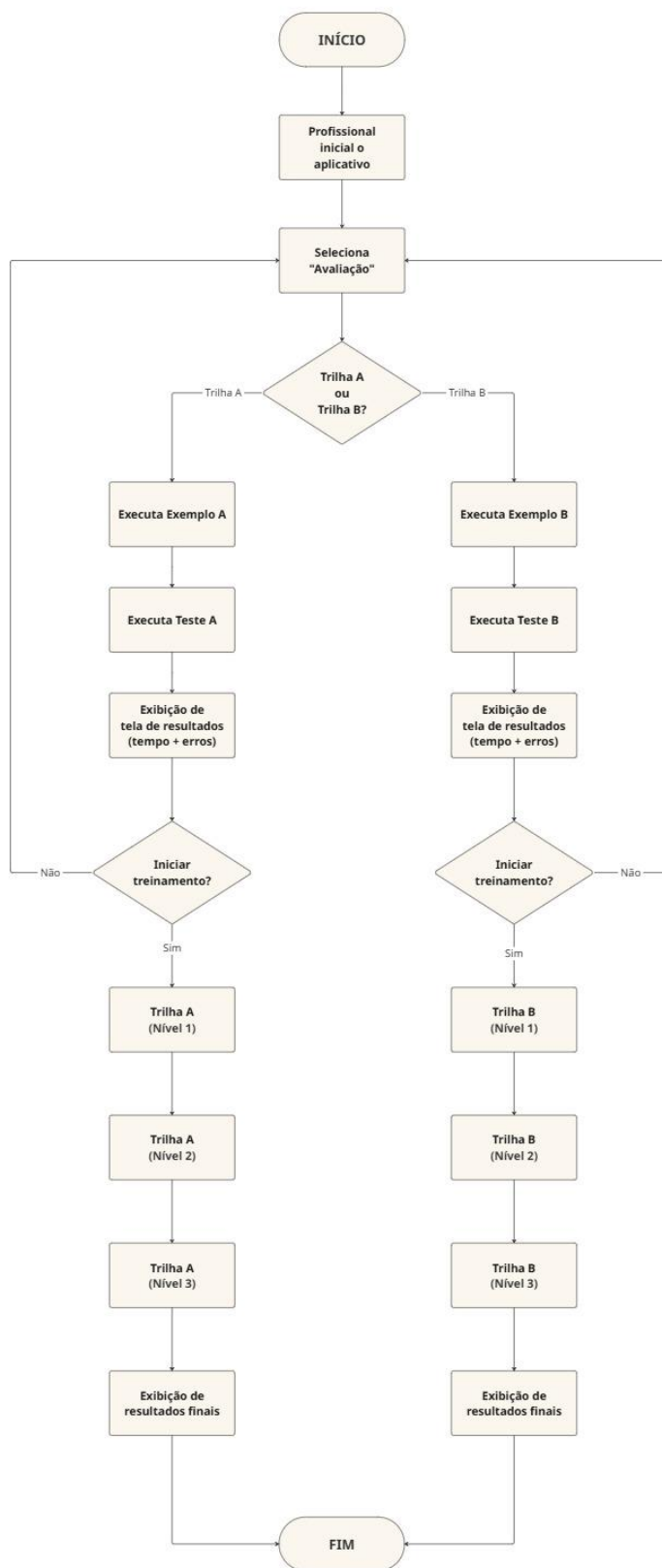
A segunda etapa da pesquisa teve como objetivo desenvolver um novo aplicativo (TTA2) considerando-se as necessidades de ajustes no TTA identificadas inicialmente, como exibição do tempo e número de erros após finalização de cada parte, alerta visual vermelho quando se passava o dedo no número errado, possibilidade de escolha de ambiente a ser testado sem passar por todos os ambientes, instruções a cada mudança de trilha (A ou B), além adição de telas extras para avaliação da AM com possibilidade de realizar o teste quantas vezes forem necessárias. Embora esta etapa tenha sido realizada com adultos jovens, pela disponibilidade da amostra, considerou-se, no desenvolvimento no TTA2, a necessidade de aprimorar o instrumento de forma que pudesse ser utilizado posteriormente também na população idosa.

O TTA2 é uma solução tecnológica desenvolvida no Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), especificamente para este estudo, representando uma inovação no campo da avaliação cognitiva e motora. Trata-se de um instrumento digital integrado, que permite avaliar a função cognitiva e a atividade motora (AM) de forma conjunta ou separada, trazendo a tecnologia para um campo tradicionalmente analógico. A avaliação da função cognitiva, inspirada no *Trail Making Test* (TMT), foi validada e testada quanto à confiabilidade na segunda etapa da pesquisa. Já a função

de avaliação da AM está em fase de aplicação em outros estudos do mesmo grupo de pesquisa, o que amplia o potencial de aplicação clínica do sistema.

O desenvolvimento do aplicativo digital do Teste de Trilhas (TMT) foi realizado utilizando-se o framework multiplataforma *Flutter*, escolhido por sua facilidade de uso, estabilidade e compatibilidade com dispositivos Android e iOS. O design priorizou acessibilidade e simplicidade, e incluiu modos de treinamento e divisão de trilhas para facilitar a adaptação dos usuários com possibilidade de escolha das trilhas (figura 2). A aplicação demonstrou desempenho estável, com navegação fluida, detecção precisa de toques e interface responsiva em diferentes dispositivos. Um mecanismo de histerese foi implementado para corrigir erros na detecção de toques, aumentando a confiabilidade e a usabilidade do sistema.

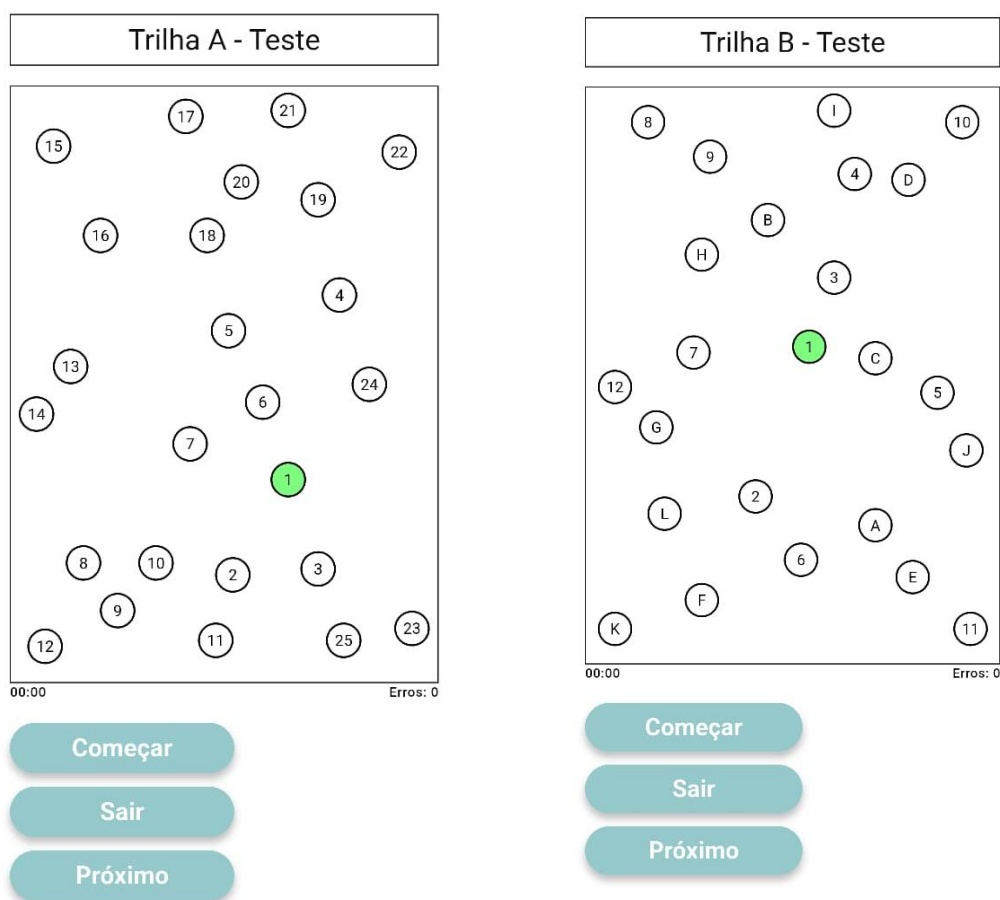
Figura 2 – Fluxograma referente ao funcionamento do aplicativo



Fonte: e-Health, Inatel (2025).

O TTA2 é dividido em duas partes: na primeira (Figura 3), o teste apresenta dois ambientes digitais, nos quais os participantes conectam círculos numerados e/ou letras, em sequência numérica simples ou alternada (TTA-A, TTA-B), conforme a condição do teste. Esta etapa foi desenvolvida para reproduzir o TMT original, mas em uma plataforma digital inovadora, possibilitando a avaliação automatizada dos mesmos aspectos cognitivos do teste tradicional em papel.

Figura 3 – TTA2 Primeira parte



Fonte: e-Health, Inatel (2025).

Na segunda etapa (Figura 4) é possível realizar a repetição das telas A e B quantas vezes forem necessárias, bem como a mesma tarefa por meio de uma tela espelhada (invertida), permitindo não só o treino da habilidade, mas também a verificação do momento de estabilização dos dados de tempo e erro e a transferência da habilidade (tela espelhada), garantindo assim a verificação dos estágios da AM.

Figura 4 – TTA2 Segunda parte

O diagrama apresenta a interface do teste TTA2, organizada em duas linhas de trilhas e três colunas de exemplos e testes.

Trilha A - Exemplo: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. O número 8 no topo é rotulado 'Fim'. Outros números (2, 3, 4, 5, 6, 7) estão espalhados no campo. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Trilha A1 - Teste: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. Outros números (2-25) estão espalhados. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Reiniciar', 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Trilha A1 espelhamento - Teste: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. Outros números (2-25) estão espalhados. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Reiniciar', 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Trilha B - Exemplo: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. O número A no topo é rotulado 'Fim'. Outros números (2, 3, 4) e letras (B, C, D) estão espalhados. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Trilha B1 - Teste: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. Outros números (2-12) e letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L) estão espalhados. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Reiniciar', 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Trilha B1 espelhamento - Teste: Um campo retangular com o número 1 no centro, rotulado 'Início'. Outros números (2-12) e letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L) estão espalhados. Abaixo há um cronômetro '00:00' e 'Erros: 0', e botões 'Reiniciar', 'Começar', 'Sair' e 'Próximo'.

Fonte: e-Health, Inatel (2025).

Em resumo, o TTA2 diferencia-se do Teste de Trilhas em papel ao integrar funcionalidades digitais, como *feedback* imediato, cronômetro preciso, registro automático e armazenamento dos dados, eliminando interferências do avaliador. Além

de avaliar funções cognitivas, como no teste tradicional, o TTA2 inclui ambientes adicionais voltados ao treinamento e avaliação da AM. Essa estrutura permite explorar a interação entre processos cognitivos e motores em um mesmo protocolo, ampliando seu escopo de aplicação.

Em ambas as etapas do estudo, foi verificada a confiabilidade do instrumento, que diz respeito à estabilidade e à consistência dos resultados fornecidos por um instrumento de mensuração (Pasquali, 2017). Existem dois principais procedimentos para avaliar essa característica: o teste-reteste, que verifica a estabilidade das respostas ao longo do tempo, e a concordância entre avaliadores, que mede a uniformidade entre julgamentos feitos por diferentes observadores (Hulley *et al.*, 2015; Field, 2018). Na segunda etapa foi verificada também a validade de critério, que avalia a relação entre os escores obtidos e medidas externas por meio de instrumentos considerados “padrão ouro” (Field, 2018).

5 ARTIGO 1 – CONFIABILIDADE DO TESTE DE TRILHAS DIGITAL NA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO COGNITIVA EM IDOSOS – ESTUDO PILOTO

Confiabilidade do Teste de Trilhas Digital na avaliação da função cognitiva em idosos – Estudo piloto

Inter-rater reliability of the Adapted Trail Making Test in the assessment of cognitive function in elderly individuals – Pilot study

Fiabilidad entre evaluadores del Test de Sendero Adaptado en la evaluación de la función cognitiva en adultos mayores – Estudio piloto

Resumo

Introdução: O acelerado envelhecimento populacional global (9,1% da população atual com 65+ anos, projetado para 16% até 2050) demanda instrumentos inovadores para avaliação cognitiva em idosos. O Teste de Trilhas (TMT) permite avaliar funções cognitivas, como flexibilidade mental, atenção sustentada e habilidades viso-motoras e tem sido adaptado para versões digitais. **Objetivo:** Verificar a confiabilidade de uma versão digital do TMT na avaliação da função cognitiva de idosos, bem como identificar possíveis fragilidades para desenvolvimento de novo instrumento. **Materiais e métodos:** Estudo metodológico transversal com 15 idosos (60+ anos, MEEM >24) recrutados em Santa Rita do Sapucaí-MG. Aplicou-se o TMT digital em teste-reteste com intervalo de 7 dias, analisando tempo e erros por dois avaliadores independentes. Os dados foram analisados no SPSS V20.0 (testes não paramétricos; $\alpha=5\%$). **Resultados:** A amostra (60% mulheres, idade média=64,9±4,1 anos). Para a variável erro, foi observada correlação positiva moderada e significativa entre os avaliadores no teste (CC=0,62; $p=0,01$). Para a variável tempo foi observada correlação positiva, alta e significativa entre os avaliadores no reteste (CC=0,79; $p=0,00$). Para os demais dados foram observadas correlações positivas fracas. Houve redução média de 20,5% no tempo de execução no reteste ($p<0,001$), indicando efeito de prática. **Conclusão:** A versão digital do TMT demonstrou viabilidade operacional e indícios de confiabilidade, porém requer ajustes na interface para minimizar artefatos técnicos e estudos posteriores com amostras maiores. **Unitermos:** Envelhecimento, Avaliação cognitiva, Trail Making Test, Confiabilidade, Reabilitação

Abstract

Introduction: The rapid global population aging (currently 9.1% aged 65+ years, projected to reach 16% by 2050) demands innovative instruments for cognitive assessment in older adults. The Trail Making Test (TMT) evaluates cognitive functions such as mental flexibility, sustained attention, and visuomotor skills, and has been adapted into digital versions. **Objective:** To verify the reliability of a digital version of the TMT, in assessing the cognitive function of older adults, as well as to identify potential weaknesses for the development of a new instrument. **Materials and methods:** A cross-sectional methodological study with 15 older adults (60+ years, MMSE >24) recruited in Santa Rita do Sapucaí-MG. The digital TMT was administered in test-retest format with a 7-day interval, analyzing time and errors assessed by two independent evaluators. Data were analyzed using SPSS V20.0 (non-parametric tests; $\alpha=5\%$). **Results:** The sample (60% female, mean age=64.9±4.1 years) showed: For errors, a moderate and significant positive correlation between evaluators during testing (CC=0.62; $p=0.01$). For time, a strong and significant positive correlation between evaluators during retesting (CC=0.79; $p=0.00$). Other data showed weak positive correlations. A mean 20.5% reduction in execution time was observed during retesting ($p<0.001$), indicating a practice effect. **Conclusion:** The digital TMT demonstrated operational feasibility and preliminary reliability

evidence, though requires interface adjustments to minimize technical artifacts and further studies with larger samples.

Keywords: Aging, Cognitive assessment, Trail Making Test, Reliability, Rehabilitation.

Resumen

Introducción: El acelerado envejecimiento poblacional global (9,1% de la población actual con 65+ años, proyectado a 16% para 2050) demanda instrumentos innovadores para evaluación cognitiva en adultos mayores. El Test de Senderos (TMT) permite evaluar funciones cognitivas como flexibilidad mental, atención sostenida y habilidades visomotoras, y ha sido adaptado a versiones digitales. **Objetivo:** Verificar la confiabilidad de una versión digital del TMT en la evaluación de la función cognitiva de adultos mayores, así como identificar posibles debilidades para el desarrollo de un nuevo instrumento. **Materiales y métodos:** Estudio metodológico transversal con 15 adultos mayores (60+ años, MMSE >24) reclutados en Santa Rita do Sapucaí-MG. Se aplicó el TMT digital en formato test-retest con intervalo de 7 días, analizando tiempo y errores por dos evaluadores independientes. Los datos se analizaron en SPSS V20.0 (pruebas no paramétricas; $\alpha=5\%$). **Resultados:** La muestra (60% mujeres, edad promedio=64,9 \pm 4,1 años) mostró: para la variable error, una correlación positiva moderada y significativa entre evaluadores en el test (CC=0,62; $p=0,01$). Para la variable tiempo, se observó una correlación positiva, alta y significativa en el retest (CC=0,79; $p=0,00$). Los demás datos presentaron correlaciones positivas débiles. Hubo una reducción promedio del 20,5% en el tiempo de ejecución en el retest ($p<0,001$), indicando efecto de práctica. **Conclusión:** La versión digital del TMT demostró viabilidad operacional e indicios de confiabilidad, pero requiere ajustes en la interfaz para minimizar artefactos técnicos y estudios posteriores con muestras más grandes.

Términos clave: Envejecimiento, Evaluación cognitiva, Trail Making Test, Confiabilidad, Rehabilitación.

INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *World Population Prospects 2022* da ONU, o envelhecimento populacional global está crescendo de forma acelerada. Atualmente, 9,1% da população mundial (767 milhões de pessoas) têm 65 anos ou mais. Até 2050, esse percentual deve aumentar para 16%, totalizando cerca de 2 bilhões de pessoas idosas¹.

O aumento da expectativa de vida e a queda da mortalidade são resultado de diversos fatores, como a evolução da medicina². Entretanto, esse progresso não se limita apenas ao desenvolvimento de novos medicamentos ou técnicas cirúrgicas e de cuidado, mas inclui também a criação de instrumentos de avaliação que auxiliam na formulação de tratamentos mais

adequados a cada indivíduo³.

Além de sua aplicação em estudos epidemiológicos, os instrumentos de avaliação são utilizados para diversos fins, como escolha entre modelos terapêuticos, estabelecimento de prognóstico, rastreamento e identificação de condições clínicas³.

No caso dos idosos, a criação de novos instrumentos se soma à necessidade de aprimoramento de instrumentos já existentes de forma a torná-los mais adequados para essa faixa etária⁴. Isso se deve às peculiaridades do organismo envelhecido, que podem influenciar a forma como os instrumentos tradicionais funcionam e como os resultados são interpretados⁴.

As particularidades do organismo de um idoso variam entre as alterações fisiológicas, que caracterizam o processo de senescência, e as alterações patológicas, denominadas senilidade⁵. Essas mudanças podem ser observadas separadamente em cada sistema do indivíduo ou de forma geral, evidenciadas pela presença de sinais clínicos⁵.

Não é possível identificar com precisão quais alterações cognitivas podem ser consideradas típicas do envelhecimento; são necessários mais estudos longitudinais para delimitar quando os declínios passam a ser patológicos⁶. Entretanto, já são conhecidas algumas alterações físicas que influenciam o declínio cognitivo, como estresse oxidativo, redução da função mitocondrial, neuroinflamação e diminuição de funções cerebrais^{5,6}.

As ferramentas de avaliação cognitiva podem analisar atenção, função executiva, gnose, aprendizagem, linguagem,

memória, orientação, praxia, prosódia e outros aspectos⁷. Em revisão integrativa que mapeou os instrumentos utilizados no Brasil, identificou-se o uso de 61 ferramentas; MEEM (Mini Exame do Estado Mental), Teste de Fluência Verbal e Teste de Trilhas foram as mais comuns⁸.

Para avaliar especificamente funções cognitivas de velocidade de processamento, capacidade de alternar a atenção e flexibilidade cognitiva, o Teste de Trilhas é amplamente utilizado, exigindo a mobilização de recursos cognitivos essenciais para a atividade motora⁹. Originalmente aplicado em formato impresso, o Teste de Trilhas (TMT) tem sido adaptado para versões digitais, com alguns estudos mantendo uma estrutura semelhante ao teste original¹⁰ e outros utilizando *design* de jogos¹¹.

A versão digital utilizada no presente estudo foi desenvolvida pelo departamento de Ciências da Computação da UNIFAL-MG e se diferencia das demais encontradas na literatura por apresentar oito ambientes virtuais capazes de fornecer não só informações sobre a função cognitiva, mas também *insights* de aprendizagem motora.

Cabe destacar que o processo de digitalização é uma estratégia que pode aumentar as chances de aprendizagem e a absorção de informações uma vez que possibilita o estabelecimento de metas, *feedback* sobre desempenho, reforço, comparação de progresso e conectividade social^{12,13}.

Considerando o contexto do envelhecimento populacional e as especificidades cognitivas da população idosa, é fundamental

aprimorar e desenvolver instrumentos de avaliação para melhor atender às demandas dessa crescente parcela populacional.

Este estudo partiu da hipótese de que uma versão digital do Teste de Trilhas poderia se mostrar uma ferramenta confiável e viável como alternativa ao teste tradicional em papel. Espera-se que essa adaptação tecnológica, além de permitir a avaliação da função cognitiva, ofereça benefícios adicionais, como o registro automático de dados e a possibilidade de *feedback* contínuo durante a aplicação, favorecendo a autorregulação do desempenho e contribuindo para modernizar os métodos de avaliação cognitiva na população idosa.

Diante disso, este estudo teve como objetivo verificar a confiabilidade de uma versão digital do TMT, baseada na versão descrita anteriormente¹³, na avaliação da função cognitiva de idosos, bem como identificar possíveis fragilidades para o desenvolvimento de um novo instrumento.

MÉTODOS

Trata-se de pesquisa de desenvolvimento metodológico com abordagem quantitativa, na intenção de aprimorar recursos tecnológicos para avaliação da população idosa, sendo caracterizada como um estudo de confiabilidade de tipo transversal com avaliação intra e inter avaliadores.

Este estudo foi realizado em Santa Rita do Sapucaí - MG no Centro de Pesquisas de Engenharia Biomédica e *Health Innovation Center* de janeiro de 2023 a outubro de 2023.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UNIFAL-MG (CAAE 67295923.3.0000.5142) e se submeteu às normas éticas da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), assumindo o compromisso de respeitar a integridade e autonomia dos participantes. O sigilo foi respeitado e mantido durante o estudo e os pesquisadores mantiveram o anonimato da identidade dos participantes. Os participantes consentiram o estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A amostra foi constituída por idosos de 60 anos ou mais, ambos os sexos, comprovados destros pelo teste de dominância manual de Harris¹⁴, sem experiência prévia na tarefa e com pontuação maior que 24 no Mini-exame do Estado Mental¹⁵. Foram excluídos idosos com sinais evidentes e comprovados de agravo às condições gerais de saúde e alterações musculoesqueléticas no membro superior. A faixa etária foi selecionada conforme a definição da Organização Mundial da Saúde, que considera pessoa idosa, indivíduos com mais de 60 anos em países em desenvolvimento¹⁶. Os participantes foram recrutados através de convites orais e escritos e selecionados conforme critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Com o objetivo de promover a caracterização da amostra e favorecer futuras discussões sobre os resultados do teste de trilhas, foi aplicado um questionário com dados sociodemográficos e clínicos, bem como a Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15)¹⁷ e Escala de Atividades Instrumentais de Vida Diária de Lawton e Brody^{18,19}.

A confiabilidade do Teste de Trilhas Adaptado (TTA) foi verificada por meio da análise intra e interavaliadores, com teste e reteste realizados por dois avaliadores independentes e previamente treinados. Inicialmente, o Avaliador 1 aplicou o Teste Adaptado. Em seguida, o Avaliador 2 replicou o teste de forma independente seguindo o mesmo protocolo. Após 7 dias este protocolo foi novamente realizado.

A adaptação do Teste de Trilhas para o presente estudo foi realizada no Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) e foi projetada para manter a estrutura do TMT original, porém no formato digital, com intuito de tornar a avaliação mais interativa. Além disso, se diferencia dos demais encontrados na literatura pelo desenvolvimento de uma interface que fornece *feedback* contínuo sobre tempo e erros, possibilitando ao participante autorregular seu desempenho durante a aplicação - mecanismo projetado para minimizar erros e otimizar o tempo de execução.

O aplicativo oferece 16 ambientes divididos em duas partes (A e B), com oito ambientes cada. Assim como no teste em papel, a parte A possui uma sequência numérica e a parte B possui alternância entre letras e números. No presente estudo, foi utilizado apenas o ambiente 5A por ser o mais semelhante ao Teste de Trilhas aplicado no papel. Os demais ambientes foram projetados para avaliação da aprendizagem motora, entre outros aspectos da função cognitiva, e estão sendo utilizados em estudos paralelos do mesmo grupo de pesquisa.

Para realizar o teste, o voluntário foi posicionado de forma

confortável, sentado em frente a uma mesa onde estava disponível um *Tablet* Samsung TAB A SM-P58M com tela de 10.1 polegadas, sistema operacional *Android*, processador *Octa-core* e conectividade 4G e *Wi-Fi*.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados no Excel e analisados por um pesquisador independente, cego para os grupos. Para as variáveis descritivas, utilizaram-se porcentagens, média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, após transformação dos dados brutos em raiz quadrada. Para as comparações entre avaliadores e entre teste-reteste, foi aplicado o coeficiente correlação de Spearman (CC), considerando-se correlação forte (0,7 a 0,9), moderada (0,4 a 0,6) ou fraca (0,1 a 0,3)²⁰. As análises foram realizadas no SPSS V20.0, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Inicialmente, 57 idosos residentes em Santa Rita do Sapucaí - MG foram convidados a participar do estudo, por meio de busca ativa e convites diretos. Na primeira etapa de coleta de dados, 36 voluntários compareceram. As razões para a não participação dos demais voluntários incluíram imprevistos e dificuldades de transporte. A amostra final consistiu em 15 participantes destes, de ambos os sexos, cujas características

demográficas e clínicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características sociodemográficas e clínicas.

Características	Participantes (n=15)	
	% (n)	Média ± DPM
Sexo		
Feminino	60,00% (n=9)	-
Masculino	40,00% (n=6)	-
Escolaridade		
1ª a 4ª série	13,33% (n=2)	-
5ª a 8ª série	13,33% (n=2)	-
Ensino Médio	40,00% (n=6)	-
Ensino superior	13,33% (n=2)	-
Pós-graduação	20,00% (n=3)	-
Comorbidades		
Sim	73,33% (n=11)	-
Não	26,67% (n=4)	-
Medicamentos		
Sim	60,00% (n=9)	-
Não	40,00% (n=6)	-
Idade (anos)	-	64,86 ± 4,1207
MEEM	-	27,46 ± 1,8847
GDS	-	2,20 ± 1,6124
Lawton & Brody	-	22,26 ± 5,1195

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média; MEEM= Mini Exame do Estado Mental; GDS= Escala de Depressão Geriátrica; Lawton & Brody= Escala de Atividades Instrumentais de Vida Diária.

Em relação às comorbidades, os participantes do estudo apresentaram predominantemente condições crônicas, com destaque para doenças cardiovasculares, como hipertensão arterial (n=6) e diabetes mellitus (n=3). Além disso, 2 participantes mencionaram condições como hipercolesterolemia, 2 com distúrbios da tireoide, 1 com osteoporose e 1 com osteopenia. Dois participantes relataram ser diagnosticados com ansiedade e um com depressão. Também foram observadas patologias como cirrose hepática (n=1) e asma (n=1).

Quanto ao uso de medicamentos, a maioria dos participantes (n=9) relatou fazer uso regular de fármacos, principalmente para o controle das comorbidades mencionadas, como anti-hipertensivos, hipoglicemiantes e suplementos vitamínicos. Três participantes mencionaram o uso de antidepressivos.

A Tabela 2 apresenta as médias (M), desvios padrão da média (DPM), intervalos de confiança de 95% (IC 95%) e coeficiente de correlação de Spearman (CC) para o número de erros no teste e reteste para dois avaliadores.

Foi observada correlação positiva moderada e significativa (CC=0,62; p=0,01) entre os avaliadores no momento do teste. Entretanto, no reteste este dado não se manteve, sendo observada correlação fraca não significativa (CC=0,25; p=0,36). Na análise teste-reteste foi observada correlação fraca e não significativa para os dois avaliadores.

Tabela 2. Análise intra e inter avaliadores referente ao erro.

	Avaliador 1	Avaliador 2	CC (p)
	M ± DPM	M ± DPM	
	IC 95%	IC 95%	
Teste	0,25 ± 0,53	0,72 ± 0,92	0,62* (0,01)
	-0,04 ~ 0,55	0,21 ~ 1,24	
Reteste	0,64 ± 0,78	0,71 ± 0,82	0,25 (0,36)
	0,21 ~ 1,08	0,25 ~ 1,16	
CC (p)	0,04 (0,87)	0,20 (0,46)	-

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média; IC 95% = Intervalo de Confiança de 95%; CC = Coeficiente de Correlação de Spearman; p = valor de significância estatística.

A Tabela 3 apresenta os tempos médios de execução (M), desvios padrão da média (DPM), intervalos de confiança de 95% (IC 95%) e Coeficiente de Correlação de Spearman (CC) para o teste e reteste para dois avaliadores.

A análise estatística mostrou correlação positiva alta e significativa apenas para a análise entre os avaliadores no reteste (CC= 0,79; p=0,00). Para os demais dados foram observadas correlações fracas e não significativas.

Tabela 3. Análise intra e inter avaliadores referente ao tempo em segundos.

	Avaliador 1	Avaliador 2	CC (p)
	M ± DPM	M ± DPM	
	IC 95%	IC 95%	
Teste	12,90 ± 2,03	12,56 ± 2,63	0,40 (0,13)
	11,78 ~ 14,03	11,09 ~ 14,02	

Continuação da Tabela 3.

	Avaliador 1	Avaliador 2	
	M ± DPM	M ± DPM	CC (p)
	IC 95%	IC 95%	
Reteste	10,24 ± 2,21	10,33 ± 2,35	0,79 (0,00)
	9,01 ~ 11,46	9,02 ~ 11,64	
CC (p)	0,29 (0,28)	0,46 (0,08)	-

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média; IC 95% = Intervalo de Confiança de 95%; CC = Coeficiente de Correlação de Spearman; p = valor de significância estatística.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a confiabilidade de uma adaptação digital do TMT na avaliação cognitiva em idosos, avaliando simultaneamente a viabilidade desta versão como alternativa ao teste em papel e aprimorando o desenho metodológico para aplicações futuras.

Os dados utilizados para caracterização da amostra mostraram que os participantes apresentavam hipertensão (n=6), diabetes (n=3), patologias na tireoide (n=2), hipercolesterolemia (n=2), osteoporose (n=1), ansiedade (n=2), osteopenia (n=1), cirrose hepática (n=1), asma (n=1) e depressão (n=1). Esses achados estão alinhados com o Relatório Global sobre o Enfrentamento das DNTs (2019) da OMS, que aponta essas condições como as mais prevalentes em idosos²¹.

O uso de medicamentos na amostra analisada incluiu 4 betabloqueadores, 3 inibidores da enzima de conversão da

angiotensina, 2 antagonistas do receptor da angiotensina II, 4 diuréticos, 3 bloqueadores dos canais de cálcio, 4 estatinas (hipolipemiantes), 1 bisfosfonato, 1 anticoagulante, 1 antiagregante plaquetário, 2 antidiabéticos, 2 corticosteróides e 2 ansiolíticos da classe dos benzodiazepínicos.

Estes achados estão alinhados com estudos prévios, que identificaram que 56% dos medicamentos prescritos pertenciam ao sistema cardiovascular e 17,6% ao trato alimentar e metabólico, refletindo o manejo de condições como hipertensão e diabetes, prevalentes nessa população²³. Além disso, outros estudos reforçam esses achados, destacando que os anti-hipertensivos foram os medicamentos mais prescritos, seguidos por hipoglicemiantes orais e antiagregantes plaquetários²⁴.

A escolaridade é um fator relevante, embora menos impactante do que a idade, no desempenho do TMT, conforme evidenciado por estudos prévios^{25,26}. Esses estudos destacam que, em populações com baixa escolaridade (1-8 anos), o impacto é mais pronunciado, sugerindo que indivíduos com menor nível educacional tendem a apresentar desempenho inferior, especialmente em tarefas que exigem flexibilidade cognitiva e funções executivas^{25,26}.

Na presente amostra, observou-se uma distribuição variada de escolaridade, com 6 participantes possuindo ensino médio, 2 com ensino superior e 3 com pós-graduação, enquanto 2 participantes relataram ter cursado apenas da 1ª à 4ª série e 2 da 5ª à 8ª série. Foi possível observar que participantes com apenas 1ª-4ªsérie apresentaram tempos 120% maiores e 350%

mais erros que os de pós-graduação no teste, enquanto aqueles com ensino fundamental (5^a–8^a série) demonstraram melhora de 33% no reteste, porém ainda com tempos 50% superiores aos do ensino superior.

Essa heterogeneidade educacional pode influenciar os resultados do TMT, especialmente considerando que indivíduos com baixa escolaridade (1–8 anos) tendem a apresentar desempenho inferior, enquanto aqueles com níveis educacionais mais altos (> 9 anos) demonstram menor variabilidade no desempenho. No intuito de evitar vieses de interpretação em populações com baixa escolaridade, utilizou-se neste estudo o Miniexame do Estado Mental (MEEM) com pontos de corte validados por estudo anterior²⁷, ajustados por escolaridade: 18 pontos para participantes com 1–8 anos de estudo e 26 pontos para aqueles com mais de 9 anos de escolaridade.

A Escala de Depressão Geriátrica de 15 itens (GDS-15) foi utilizada para caracterizar a amostra idosa deste estudo e rastrear sintomas depressivos devido à sua reconhecida facilidade, rapidez e sensibilidade no contexto brasileiro¹⁷. A aplicação do instrumento revelou que a população estudada apresentou uma média inferior a dois sintomas depressivos, sugerindo uma baixa influência dessa patologia na amostra, apesar da ausência de um escore de interpretação formalmente definido no contexto da aplicação.

A Escala de Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD) foi aplicada para avaliar a independência funcional da amostra idosa em sete atividades instrumentais, fornecendo uma análise

qualitativa da capacidade funcional²⁸. Apesar da inexistência de um ponto de corte para dependência; os resultados indicaram que a maioria dos idosos da presente amostra não apresentou dificuldades na realização dessas tarefas, o que reforça o perfil de indivíduos sem déficit motor e cognitivo evidente.

A digitalização do TMT permite o armazenamento, compartilhamento e processamento sistemático dos dados obtidos na realização do teste. O aplicativo utilizado no presente estudo se assemelha com outros já desenvolvidos²⁹, compartilhando o meio (*tablet*) e o registro automatizado de parâmetros de desempenho. Entretanto, se diferencia pelo desenvolvimento de uma interface que fornece *feedback* contínuo sobre tempo e erros, possibilitando ao participante autorregular seu desempenho durante a aplicação - mecanismo projetado para minimizar erros e otimizar o tempo de execução.

Embora o aplicativo apresente 8 ambientes para cada parte do teste (A e B), para a análise da confiabilidade, utilizou-se exclusivamente o ambiente 5A (números 1 a 24) uma vez que esse é o ambiente mais próximo ao papel quanto à quantidade de números a serem ligados. Esse foi o ponto crucial que definiu o ambiente 5A como o ambiente a ser testado, uma vez que esse estudo piloto tem também como finalidade aprimorar o desenho metodológico.

Embora tenha sido observada correlação moderada e alta apenas na análise entre os avaliadores em momentos de teste e reteste para as variáveis erro e tempo, respectivamente, a análise estatística mostrou existência de correlação, embora

fraca, também para os demais dados. Estes resultados são relevantes uma vez que se trata de um estudo piloto, realizado com o intuito de se aprimorar o aplicativo para futuras análises.

Um dos fatores a serem considerados para a variável erro é o *feedback* contínuo sobre tempo e erros, que embora tenha sido desenvolvido para a autorregulação de desempenho durante o teste, pode ter desencadeado ansiedade e conseqüente aumento do número de erros. Embora a ansiedade não tenha sido avaliada, é possível que esse estado tenha influenciado os resultados, uma vez que os dados demonstraram, por meio das médias, um maior número de erros no avaliador 2 em comparação ao avaliador 1, assim como no reteste em relação ao teste. Considerando-se que os participantes realizaram o teste inicialmente com o avaliador 1 e posteriormente com o avaliador 2 e o reteste após 7 dias, o *feedback* pode ter gerado maior expectativa em não cometer erros, aumento conseqüentemente os valores referentes a esta variável.

Em relação ao tempo, a correlação fraca observada na análise intra-avaliador pode ser devida à redução no tempo médio de execução entre teste e reteste (aproximadamente 2,6 segundos ou 20,5% de redução), sugerindo um efeito de aprendizagem.

A redução no tempo de execução entre teste e reteste alinha-se com a literatura sobre efeitos de prática no TMT, onde melhorias de 15–30% são tipicamente observadas na segunda aplicação. Estudos prévios³⁰ investigaram os efeitos de prática em cinco versões do TMT durante avaliações seriadas com

intervalos de uma semana. Os resultados demonstraram melhora significativa no desempenho em todas as versões, caracterizada pela redução no tempo de execução e aumento no número de acertos entre as aplicações.

Outros estudos³¹ corroboraram esses achados, demonstrando melhora significativa no desempenho do TMT (medida pela redução do tempo de execução) durante avaliações seriadas de alta frequência. Identificou-se que os maiores ganhos ocorreram especificamente entre a primeira e segunda aplicações, padrão consistente com a literatura sobre efeitos de prática em testes cognitivos.

Pesquisas anteriores¹⁰ observaram que o tempo de execução no TMT diminuiu significativamente no reteste após 7 dias, tanto na versão eletrônica (iPad) quanto na versão tradicional (papel-e-lápis), indicando efeitos de prática. No entanto, essa redução foi mais pronunciada em tarefas mais simples, como a parte A do TMT.

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A primeira delas refere-se ao tamanho amostral reduzido e à heterogeneidade dos participantes em relação à escolaridade e comorbidades, fatores que podem ter contribuído para a variabilidade observada nos dados. Outra limitação relevante é o perfil dos participantes, constituído exclusivamente por idosos ativos e sem comprometimento cognitivo significativo (MEEM > 24), o que restringe a generalização dos achados para populações com declínio cognitivo mais acentuado. Por fim, destaca-se a

possibilidade de que o feedback em tempo real, exibindo tempo decorrido e número de erros, possa ter induzido ansiedade em alguns usuários, potencialmente interferindo no desempenho.

Como perspectivas para estudos subsequentes, recomenda-se o desenvolvimento de uma versão *web-based* do aplicativo, ampliando sua acessibilidade e a reformulação da interface com base em princípios de ergonomia e *design* centrado no usuário, visando reduzir possíveis vieses relacionados à usabilidade. Adicionalmente, sugere-se a inclusão de amostras com diferentes níveis de comprometimento cognitivo e a ampliação do intervalo entre avaliações para melhor controle de efeitos de prática.

CONCLUSÃO

A versão digital do TMT demonstrou viabilidade operacional e indícios de confiabilidade, porém requer ajustes na interface, principalmente no que se refere ao *feedback* em tempo real.

REFERÊNCIAS

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects 2022: summary of results [Internet]. New York: United Nations; 2022 [citado 2025 Ago 23]. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>
2. Macia E, Chevé D, Montepare JM. Demographic aging and biopower. J Aging Stud. 2019;51:100820. doi:10.1016/j.jaging.2019.100820

3. Guimarães R, Noronha J, Elias FTS, et al. Política de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde. *Cien Saude Colet.* 2019;24:881-6. doi:10.1590/1413-81232018243.34652018
4. Veras RP. Doenças crônicas e longevidade: desafios futuros. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2023;26:e230233. doi:10.1590/1981-22562023026.230233
5. Cohen RA, Marsiske MM, Smith GE. Neuropsychology of aging. In: Aminoff MJ, Boller F, Swaab DF, editores. *Handb Clin Neurol.* Vol. 167. Amsterdam: Elsevier; 2019. p. 149-80. doi:10.1016/B978-0-12-804766-8.00010-8
6. Salthouse TA. Trajectories of normal cognitive aging. *Psychol Aging.* 2019;34(1):17-24. doi:10.1037/pag0000288
7. Souza DE, França FR, Campos TF. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Braz J Phys Ther.* 2006;10(3):355-60. doi:10.1590/S1413-35552006000300016
8. Martins NIM, Caldas PR, Cabral ED, et al. Instrumentos de avaliação cognitiva utilizados nos últimos cinco anos em idosos brasileiros. *Cien Saude Colet.* 2019;24(7):2513-30. doi:10.1590/1413-81232018247.20862017
9. Bednorz A, Religa D. Utility of the Comprehensive Trail Making Test in the Assessment of Mild Cognitive Impairment in Older Patients. *Geriatrics.* 2023;8(6):108. doi:10.3390/geriatrics8060108
10. Bracken MR, Mazur-Mosiewicz A, Glazek K. Trail Making Test: Comparison of paper-and-pencil and electronic versions. *Appl Neuropsychol Adult.* 2019;26(6):522-32. doi:10.1080/23279095.2018.1460371
11. Sacco G, Ben-Sadoun G, Bourgeois J, Fabre R, Manera V, Robert P. Comparison between a paper-pencil version and computerized version for the realization of a neuropsychological test: the example of the Trail Making Test. *J Alzheimers Dis.* 2019;68(4):1657-66. doi:10.3233/JAD-180396
12. Edwards E, Lumsden J, Rivas C, Steed L, Edwards L, Thiyagarajan A, et al. Gamification for health promotion:

Systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open*. 2016;6(10): e012447. doi:10.1136/bmjopen-2016-012447

13. Silva AKA, Guimarães QN, Nardi LAA, et al. Avaliação de aprendizagem motora em universitárias utilizando dispositivo móvel. *Braz J Health Rev*. 2019;2(4):2572-88. doi:10.34119/bjhrv2n4-028

14. Bagatini V. *Psicomotricidade para deficientes*. Porto Alegre: Sangra DC Luzzato; 1972.

15. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994;52(1):1-7.

16. World Health Organization. World report on ageing and health [Internet]. Geneva: WHO; 2015 [cited 2024 Jun 4]. Available from: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241565042>

17. Pereira KR, Oliveira AM, Diniz BS, et al. Adaptação transcultural e validação da Escala de Depressão Geriátrica GDS-15. *Rev Saude Publica*. 2017;51:e32. doi:10.11606/S1518-8787.2017051007028

18. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969;9(3):179-86. doi:10.1093/geront/9.3_Part_1.179

19. Araújo F, Pais-Ribeiro J, Oliveira A, Pinto C, Martins T. Validação da escala de Lawton e Brody numa amostra de idosos não institucionalizados. In: Leal I, Pais-Ribeiro J, Silva I, Marques S, organizadores. *Actas do 7º Congresso Nacional de Psicologia da Saúde*. Lisboa: ISPA; 2008. p. 217-20. Disponível em: <https://www.cdi.ensp.unl.pt/docbweb/multimedia/rpsp2007-2/05.pdf>

20. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012;24(3):69-71. PMID: 23638278.

21. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2019 [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2024 Jun 4]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565764>
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2020 [cited 2024 Jun 4]. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101764.pdf>
23. Oliveira REM, Nascimento MMG, Pereira ML. Uso de medicamentos por idosos de uma unidade de atenção primária à saúde. *Rev Bras Farm Hosp Serv Saude*. 2016;7(3):30-4. Available from: <http://hdl.handle.net/1843/40077>
24. Gray SL, Hanlon JT. Benzodiazepine use and cognitive decline in elderly adults: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*. 2016;64(12):2656-65. doi:10.1111/jgs.14535
25. Tombaugh TN. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch Clin Neuropsychol*. 2004;19(2):203-14. doi:10.1016/S0887-6177(03)00039-8
26. Hamdan AC, Hamdan EMLR. Effects of age and education level on the Trail Making Test in a healthy Brazilian sample. *Dement Neuropsychol*. 2009;3(2):82-6. doi:10.1590/S1980-57642009DN30200004
27. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(3B):777-81. doi:10.1590/S0004-282X2003000500014
28. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969;9(3):179-86. doi:10.1093/geront/9.3_Part_1.179
29. Park SY, Schott N. The Trail Making Test: comparison between paper-and-pencil and computerized versions in young and healthy older adults. *Appl Neuropsychol Adult*. 2022;29(5):1208-20. doi:10.1080/23279095.2020.1834750

30. Buck KK, Atkinson TM, Ryan JP. Evidence of practice effects in variants of the Trail Making Test during serial assessment. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2008;30(3):312-8. doi:10.1080/13803390701390483

31. Bartels C, Wegrzyn M, Wiedl A, Ackermann V, Ehrenreich H. Practice effects in healthy adults: A longitudinal study on frequent repetitive cognitive testing. *BMC Neurosci.* 2010;11:118. doi:10.1186/1471-2202-11-118

6 ARTIGO 2 – VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA VERSÃO DIGITAL DO TESTE DE TRILHAS EM ADULTOS JOVENS

VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA VERSÃO DIGITAL DO TESTE DE TRILHAS EM ADULTOS JOVENS

Resumo

Introdução: O Teste de Trilhas (TMT) é um instrumento que avalia funções cognitivas, como velocidade de processamento, atenção sustentada, flexibilidade mental e habilidades visomotoras. Adaptações digitais do TMT aumentam a acessibilidade, a precisão e o engajamento dos participantes, incorporando elementos interativos que podem melhorar a motivação e a qualidade da avaliação em diferentes contextos.

Objetivo: Desenvolver um novo instrumento digital integrado para avaliação da função cognitiva em adultos jovens, bem como verificar sua confiabilidade e validade.

Materiais e métodos: O estudo incluiu 26 adultos jovens (18-25 anos) de ambos os sexos. A confiabilidade foi avaliada por meio de análises intra e interavaliadores com intervalo de 7 dias entre o teste e o reteste. A validade foi avaliada por meio da correlação entre a versão digital (TTA) e o TMT tradicional usando a correlação de Pearson com nível de significância de 0,05. **Resultados:** A análise de validade revelou correlações moderadas a fortes para o tempo de execução (CC=0,50-0,66; $p < 0,01$), enquanto as correlações para erros foram fracas e não significativas (CC=-0,23 a 0,18; $p > 0,05$). O tempo de execução mostrou confiabilidade moderada/forte entre os avaliadores (CC=0,56) e no teste-reteste para um avaliador (CC=0,67-0,69), enquanto os erros demonstraram consistência inadequada (CC=-0,24 a 0,52; $p > 0,05$). Uma redução significativa no tempo de execução foi observada durante o novo teste, indicando um efeito de aprendizagem. **Conclusão:** O estudo demonstrou que a versão digital do TMT apresenta validade satisfatória para medidas de tempo, mas limitada para contagem de erros. A análise de confiabilidade foi inconsistente. Para os erros, a confiabilidade foi baixa, com correlações fracas. A redução significativa no tempo de execução no reteste confirma o efeito de prática já documentado na literatura. Apesar da viabilidade demonstrada, os resultados indicam a necessidade de ajustes na interface, particularmente na detecção de erros, sugerindo-se o uso de canetas específicas para *tablets* em futuras aplicações.

Unitermos: reabilitação, função motora, avaliação, aprendizagem motora, validação

Abstract

Introduction: The Trail Making Test (TMT) is an instrument that assesses cognitive functions, such as processing speed, sustained attention, mental flexibility and visuomotor skills. Digital adaptations of the TMT increase accessibility, accuracy and participant engagement, incorporating interactive elements that can improve motivation and quality of the assessment in different contexts. **Objective:** To develop a new integrated digital tool for assessing cognitive function in young adults, as well as to verify its reliability and validity. **Materials and methods:** The study included 26 young adults (18-25 years) of both sexes. Reliability was assessed through intra- and inter-rater analyses with a 7-day interval between test and retest. Validity was assessed through the correlation between the digital version (TTA) and the traditional TMT using Pearson's correlation with a significance level of 0.05. **Results:** The validity analysis revealed moderate to strong correlations for execution time (CC=0.50-0.66; $p < 0.01$), while correlations for errors were weak and non-significant (CC=-0.23 to 0.18; $p > 0.05$). Execution time showed moderate/strong inter-rater reliability (CC=0.56) and in the test-retest for one rater (CC=0.67-0.69), while errors demonstrated inadequate consistency (CC=-0.24 to 0.52; $p > 0.05$). A significant reduction in execution time was observed during retesting, indicating a learning effect. **Results:** Validity analysis revealed moderate to strong correlations for execution time (CC=0.50-0.66; $p < 0.01$), while correlations for errors were weak and non-significant (CC=-0.23 to 0.18; $p > 0.05$). Execution time showed moderate to strong inter-rater reliability (CC=0.56) and in the test-retest for one rater (CC=0.67-0.69), while errors demonstrated inadequate consistency (CC=-0.24 to 0.52; $p > 0.05$). A significant reduction in execution time was observed during the retest, indicating a learning effect. **Conclusion:** The study demonstrated that the digital version of the TMT presents satisfactory validity for time measures, but limited for error counting. Reliability analysis was inconsistent. For errors, reliability was low, with weak correlations. The significant reduction in execution time in the retest confirms the practice effect already documented in the literature. Despite the demonstrated viability, the results indicate the need for adjustments to the interface, particularly in error detection, suggesting the use of specific pens for tablets in future applications.

Keywords: rehabilitation, motor function, assessment, motor learning, validation

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das funções cognitivas e motoras ocorre ao longo da vida, sendo influenciado por fatores neurobiológicos, ambientais e sociais [1,2]. Na idade adulta, tais funções são fundamentais para a execução de atividades diárias e profissionais, estando associadas ao desempenho em tarefas que demandam atenção, memória, controle inibitório e flexibilidade cognitiva [1,2]. Entender como essas capacidades se manifestam e se desenvolvem ao longo da idade adulta contribui para um olhar mais abrangente sobre o desenvolvimento humano [3].

Evidências científicas sugerem que a plasticidade cerebral persiste na vida adulta, possibilitando a adaptação a novos desafios e o aprimoramento de habilidades motoras e cognitivas em resposta a estímulos específicos [4]. O cérebro adulto, embora já maduro, continua a responder a novas experiências e estímulos, demonstrando uma capacidade adaptativa que sustenta o aprendizado contínuo e a execução de tarefas sofisticadas [4].

As ferramentas para avaliação cognitiva de adultos analisam aspectos diversos do funcionamento cerebral, incluindo atenção, memória, funções executivas, linguagem e raciocínio. Um levantamento identificou 57 instrumentos, reconhecidos por sua eficácia na mensuração de habilidades cognitivas específicas, como o Teste de Trilhas, Teste de Stroop, Teste de Memória de Figuras Complexas de Rey e Teste Wisconsin de Classificação de Cartas [5].

A avaliação de funções cognitivas em adultos é crucial, especialmente no contexto atual no qual se observa um aumento exponencial e inadequado do uso de tecnologias. Estudos sugerem que o uso prolongado de dispositivos eletrônicos está associado à diminuição da atenção sustentada, à sobrecarga cognitiva e a padrões de comportamento sedentário, que impactam negativamente tanto a saúde física quanto a mental [6,7]. Diante desse cenário, avaliar funções cognitivas nessa faixa etária se torna essencial não apenas para identificar déficits precoces, mas também para compreender como fatores contemporâneos afetam a interação entre os domínios cognitivo e motor.

O Teste de Trilhas (TMT) é amplamente reconhecido por sua capacidade de avaliar funções cognitivas como velocidade de processamento, alternância de atenção e flexibilidade cognitiva [8,9]. Originalmente desenvolvido em formato impresso, o TMT

tem sido adaptado para versões digitais, com algumas preservando sua estrutura clássica e outras incorporando elementos digitais, o que expande suas possibilidades de aplicação sem alterar seu constructo cognitivo central. [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]

De fato, o desenvolvimento de ferramentas digitais para avaliação cognitiva tem se mostrado promissor, uma vez que a transição de testes tradicionais para versões digitalizadas oferece diversas vantagens, como a automação na coleta de dados, a redução de erros na transcrição de informações e a possibilidade de análise em tempo real [17,18]. Além disso, ferramentas digitais permitem a personalização das avaliações de acordo com o desempenho do indivíduo, tornando-as mais adaptativas e eficazes [17,18].

O Teste de Trilhas Adaptado (TTA), desenvolvido no presente estudo pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL) em colaboração com o Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), conserva os parâmetros essenciais do TMT - incluindo a disposição espacial, número de pontos e sequência de conexões - enquanto incorpora as vantagens intrínsecas da plataforma digital.

O aplicativo TTA2 é uma inovação tecnológica que apresenta melhorias que incluem a precisão métrica automatizada na aferição de tempos de execução e detecção objetiva de erros, padronização das instruções de aplicação que minimizam possíveis variáveis, e capacidade de armazenamento sistemático de dados para análises transversais e longitudinais. Além disso, o TTA inclui telas extras, projetadas para avaliar aspectos relacionados à aprendizagem motora, como retenção, transferência imediata bilateral e transferência imediata com adaptação. Esta função integrada está sendo utilizada em outros estudos do mesmo grupo de pesquisa.

Este estudo partiu da hipótese de que uma versão digital do Teste de Trilhas, desenvolvida especificamente para adultos jovens, poderia ser válida e confiável na avaliação das funções cognitivas dessa faixa etária. Espera-se que essa adaptação tecnológica, além de conservar o constructo cognitivo do teste tradicional, ofereça vantagens operacionais, como o registro automatizado do tempo e detecção de erros, contribuindo para análises mais precisas e ágeis. Acredita-se ainda que essa versão digital permitirá integrar, futuramente, avaliações complementares, como aprendizagem motora, ampliando as possibilidades de investigação neuropsicológica em jovens adultos.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo desenvolver um novo instrumento digital integrado para avaliação da função cognitiva em adultos jovens, bem como verificar sua confiabilidade e validade

MÉTODOS

Trata-se de pesquisa de desenvolvimento metodológico com abordagem quantitativa, na intenção de aprimorar recursos tecnológicos. O estudo foi realizado em Santa Rita do Sapucaí - MG no Centro de Pesquisas de Engenharia Biomédica e *Health Innovation Center* do Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL).

A pesquisa é caracterizada como um estudo de validade e confiabilidade de tipo transversal com avaliação intra e inter avaliadores. O período de desenvolvimento da pesquisa foi de novembro de 2024 a outubro de fevereiro de 2025.

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UNIFAL-MG sobre o CAAE 67295923.3.0000.5142 e se submeteu às normas éticas da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), assumindo o compromisso de respeitar a integridade e autonomia dos participantes. O sigilo foi respeitado e mantido durante o estudo e os pesquisadores mantiveram o anonimato da identidade dos participantes. Os participantes consentiram o estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), recebendo uma cópia do documento de forma *online*.

A amostra foi constituída por alunos e profissionais do INATEL, ambos os sexos, autodeclarados destros, sem experiência prévia na tarefa. Excluiu-se aqueles com sinais evidentes e comprovados de agravos às condições gerais de saúde, alterações musculoesqueléticas no membro superior direito e lateralidade sinistra. A faixa etária foi escolhida com base nos estágios de desenvolvimento psicossocial propostos por Erik Erikson para a idade adulta, sendo que o período de 18 a 25 anos corresponde ao primeiro estágio da idade adulta, caracterizando-se como a fase dos adultos jovens [19,20]. Os participantes foram recrutados através de convites orais e virtuais e selecionados conforme critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Com o objetivo de promover a caracterização da amostra e favorecer futuras discussões sobre os resultados do teste de trilhas, foi aplicado um questionário com dados sociodemográficos e de condições gerais de saúde.

A confiabilidade e validade do Teste de Trilhas Adaptado (TTA) foi verificada por

meio da análise intra e interavaliadores, com teste e reteste realizados por dois avaliadores independentes e previamente treinados, utilizando-se como padrão ouro de comparação o TMT. Inicialmente, o Avaliador 1 aplicou o TMT e em seguida o teste foi aplicado na versão digitalizada. O Avaliador 2 replicou o teste de forma independente seguindo o mesmo protocolo logo após o Avaliador 1. Após 7 dias este protocolo foi novamente realizado.

O Teste de Trilhas (TMT) avalia funções cognitivas em duas partes: Parte A, que contém apenas números a serem conectados em ordem crescente, e Parte B, que contém letras e números a serem conectados de forma alternada, exigindo maior demanda executiva. O desempenho é medido pelo tempo de execução e número de erros. Tempos elevados na Parte A sugerem dificuldades em atenção ou processamento visual, enquanto na Parte B podem indicar déficits em funções executivas, associados a alterações pré-frontais [8,21,22].

O TMT é composto por duas etapas. A primeira permite acesso à versão digitalizada do TMT, enquanto a segunda, direciona para outros ambientes, projetados para avaliação da aprendizagem motora. Cabe destacar que, para a realização do presente estudo, utilizou-se apenas a primeira etapa.

Para realizar o teste, o voluntário foi posicionado de forma confortável, sentado em frente a uma mesa onde estava disponível um *Tablet* Samsung TAB A SM-P58M com tela de 10.1 polegadas, sistema operacional *Android*, processador *Octa-core* e conectividade 4G e *Wi-Fi*. Este *tablet* continha o aplicativo baseado na adaptação digital do TMT, permitindo que os participantes interagissem com o teste de maneira eficiente e precisa.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A validade e confiabilidade do instrumento foram analisadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson, com nível de significância estabelecido em $p < 0,05$. A magnitude das correlações foi classificada como: $r < 0,30$ = fraca; $0,30-0,50$ = moderada; e $> 0,50$ = forte [24]. Os dados foram analisados após transformação de dados brutos em raiz quadrada. Todas as análises foram processadas no software SPSS versão 20.0 (*IBM Corp., Armonk, NY*) com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

O estudo recrutou inicialmente 36 participantes por meio de convites *online* e presenciais. Todos os 36 voluntários compareceram à primeira etapa de coleta de dados, porém 1 participante foi excluído por ser canhoto, conforme os critérios de exclusão pré-estabelecidos. Na segunda etapa, 4 voluntários não compareceram, sem justificativa formal. Durante a realização dos testes, 5 participantes obtiveram resultados acima de 300 segundos em relação a variável tempo, portanto foram excluídos. Assim, a amostra final foi composta por 26 participantes destros, ambos os sexos, cujas características demográficas e clínicas estão detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características sociodemográficas e clínicas.

Características	Participantes (n=26)	
	% (n)	Média ± DPM
Sexo		
Feminino	38,46% (n=10)	-
Masculino	61,54% (n=16)	-
Patologias		
Sim	15,38% (n=4)	-
Não	84,62% (n=22)	-
Medicamentos		
Sim	19,23% (n=5)	-
Não	80,77% (n=21)	-
Idade (anos)	-	21,65 ± 2,43

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Cinco condições de saúde pré-existentes foram relatadas por participantes distintos: astigmatismo, enxaqueca, esclerodermia, surdez unilateral e ansiedade. Quatro participantes mencionaram uso regular de medicamentos, sendo eles: estabilizador de humor, antipsicótico atípico, hormônio tireoidiano, anticoncepcional

oral, antidepressivo ISRS associado a inibidor de bomba de prótons, e psicoestimulante. Essas comorbidades e medicamentos foram devidamente registrados, porém nenhum participante apresentou limitações funcionais que interferissem na execução do teste.

A Tabela 2 apresenta os resultados da validade para a variável tempo em segundos. Observou-se correlações positivas significativas entre os métodos para ambos os avaliadores, com coeficientes de correlação variando de moderado a forte (0,50 a 0,66) em ambas as partes do teste (A e B), indicando consistência nas medições.

Tabela 2: Análise da validade para a variável tempo em segundos.

	Avaliador 1	Avaliador 2
	M ± DPM	M ± DPM
	IC	IC
Papel A	4,98 ± 1,16	4,57 ± 1,03
	4,51 ~ 5,45	4,16 ~ 4,99
Aplicativo A	4,80 ± 0,68	5,16 ± 0,94
	4,53 ~ 5,08	4,78 ~ 5,54
CC (p)	0,66* (0,00)	0,51* (0,00)
Papel B	6,20 ± 1,13	6,05 ± 1,21
	5,74 ~ 6,66	5,56 ~ 6,54
Aplicativo B	6,03 ± 1,11	5,90 ± 0,97
	5,58 ~ 6,48	5,51 ~ 6,30
CC (p)	0,50* (0,00)	0,60* (0,00)

Legenda: M ± DPM = Média ± Desvio Padrão da Média; IC = Intervalo de Confiança de 95%; CC = Coeficiente de Correlação de Pearson; *p < 0,01 (correlação significativa ao nível de 1%).

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 3 apresenta os resultados da validade para a variável erro. Observou-se que as correlações entre papel e aplicativo foram fracas e não significativas em

todas as análises indicando ausência de associação consistente entre as versões. Além disso, as médias de erro foram maiores no aplicativo (0,52 a 0,70 erros na Parte A; 0,65 a 0,70 na Parte B) em comparação com o papel (0,11 a 0,23 erros), com intervalos de confiança que não se sobrepõem, sugerindo uma diferença metodológica relevante.

Tabela 3: Análise da validade para a variável erro.

	Avaliador 1 M ± DPM IC	Avaliador 2 M ± DPM IC
Papel A	0,15 ± 0,54 -0,60 ~ 0,37	0,11 ± 0,32 -0,01 ~ 0,24
Aplicativo A	0,52 ± 0,76 0,21 ~ 0,83	0,70 ± 0,75 0,39 ~ 1,00
CC (p)	0,10 (0,61)	0,07 (0,73)
Papel B	0,23 ± 0,67 -0,03 ~ 0,51	0,11 ± 0,32 -0,01 ~ 0,24
Aplicativo B	0,65 ± 0,79 0,33 ~ 0,97	0,70 ± 0,59 0,46 ~ 0,94
CC (p)	0,18 (0,36)	-0,23 (0,26)

Legenda: M ± DPM = Média ± Desvio Padrão da Média; IC = Intervalo de Confiança de 95%; CC = Coeficiente de Correlação de Pearson.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 4 apresenta os resultados da confiabilidade para as medidas de tempo. Foi observada correlação moderada significativa entre os avaliadores para a parte B, tanto no teste (CC= 0,56; p=0,00) quanto no reteste (CC= 0,56; p=0,00). Observou-se também correlação forte e significativa na análise teste/reteste para o avaliador 1, tanto na parte A (CC= 0,69; p=0,00), quanto na parte B (CC=0,67; p=0,00). Para as demais análises foram observadas correlações fracas não significativas.

Tabela 4: Análise de confiabilidade para a variável tempo em segundos.

	Avaliador 1	Avaliador 2	CC (p)
	M ± DPM	M ± DPM	
	IC	IC	
Teste A	4,80 ± 0,68	5,16 ± 0,94	0,25 (0,20)
	4,53 ~ 5,08	4,78 ~ 5,54	
Reteste A	4,43 ± 0,73	4,62 ± 0,47	0,21 (0,28)
	4,13 ~ 4,72	4,43 ~ 4,82	
CC (p)	0,69* (0,00)	0,29 (0,13)	-
Teste B	6,03 ± 1,11	5,90 ± 0,97	0,56* (0,00)
	5,58 ~ 6,48	5,51 ~ 6,30	
Reteste B	5,06 ± 0,77	5,15 ± 0,99	0,56* (0,00)
	4,74 ~ 5,37	4,75 ~ 5,55	
CC (p)	0,67* (0,00)	0,25 (0,20)	-

Legenda: M ± DP = média ± desvio padrão; IC 95% = intervalo de confiança (95%); CC = Coeficiente de Correlação de Pearson. *p < 0,01.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 5 apresenta os resultados da confiabilidade para as medidas de erro. Foram observadas correlações baixas a moderadas não significativas para todos os dados analisados, incluindo correlações inversas.

Tabela 5: Análise da confiabilidade para a variável erro.

	Avaliador 1	Avaliador 2	CC (p)
	M ± DPM	M ± DPM	
	IC	IC	
Teste A	0,52 ± 0,76	0,70 ± 0,75	-0,13 (0,50)
	0,21 ~ 0,83	0,39 ~ 1,00	
Reteste A	0,63 ± 0,75	0,64 ± 0,83	0,31 (0,12)
	0,33 ~ 0,94	0,30 ~ 0,97	
CC (p)	-0,24 (0,22)	0,34 (0,08)	-
Teste B	0,65 ± 0,79	0,70 ± 0,59	0,52 (0,80)
	0,33 ~ 0,97	0,46 ~ 0,94	

Continuação da Tabela 5.

	Avaliador 1	Avaliador 2	CC (p)
	M ± DPM IC	M ± DPM IC	
Reteste B	0,60 ± 0,76 0,29 ~ 0,90	0,46 ± 0,64 0,20 ~ 0,72	0,52 (0,80)
CC (p)	0,03 (0,88)	-0,23 (0,24)	-

Legenda: M ± DP = média ± desvio padrão; IC 95% = intervalo de confiança (95%); CC = Coeficiente de Correlação de Pearson.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo a desenvolver e utilizar um dispositivo para avaliação cognitiva de adultos jovens a fim de analisar sua confiabilidade e validade.

Os dados utilizados para caracterização da amostra mostraram que os participantes apresentavam astigmatismo (n=1), enxaqueca (n=1), esclerodermia (n=1), surdez unilateral (n=1) e ansiedade (n=1). Estas condições, embora de baixa prevalência na amostra, refletem a diversidade de características encontradas em populações jovens saudáveis, reforçando a importância de instrumentos de avaliação cognitiva adaptáveis a diferentes perfis [24].

A baixa frequência de comorbidades confirma o perfil predominantemente saudável da amostra, adequado para estudos de validação inicial de instrumentos neuropsicológicos. Essa configuração amostral, com menos de 20% de comorbidades reportadas, segue o padrão de estudos de validação de instrumentos cognitivos em jovens saudáveis, onde condições isoladas mostraram impacto mínimo no desempenho [25,26]. A abordagem permite focar nas propriedades psicométricas do TTA sem grandes confundidores clínicos [25,26].

O uso de medicamentos na amostra analisada incluiu 1 estabilizador de humor, 1 antipsicótico atípico, 1 hormônio tireoidiano sintético, 2 anticoncepcionais hormonais, 1 antidepressivo da classe dos inibidores seletivos da recaptação de serotonina, 1 inibidor da bomba de prótons e 1 psicoestimulante do tipo inibidor da recaptação de dopamina e noradrenalina.

Esse padrão alinha-se com tendências globais de aumento no uso de psicofármacos por jovens, particularmente antidepressivos e estimulantes. Além disso, destaca-se o uso disseminado de antipsicóticos e ansiolíticos entre jovens muitas vezes fora das indicações aprovada, além das questões relacionadas ao uso combinado desses medicamentos^[27]. Embora a baixa prevalência de medicamentos psicotrópicos na amostra (n=3) minimize interferências sistêmicas, não se pode descartar efeitos isolados no desempenho.

Embora a literatura aponte a escolaridade como fator relevante para o desempenho no TMT, especialmente em populações com baixa formação educacional^[8], a homogeneidade da presente amostra, composta exclusivamente por graduandos, minimiza os efeitos dessa variável. Essa característica permite isolar mais adequadamente os efeitos da adaptação digital do instrumento, uma vez que todos os participantes compartilham um perfil educacional similar e elevado, com domínio consolidado de habilidades cognitivas básicas exigidas pelo teste.

A idade constitui um dos principais determinantes do desempenho no TMT, com declínio progressivo a partir de cinquenta anos. Estudos demonstram que adultos jovens entre 18 e 30 anos apresentam os melhores tempos de execução, enquanto idosos acima de 65 anos chegam a demorar três vezes mais para completar a Parte B do teste, que exige maior flexibilidade cognitiva^[28, 29]. No presente estudo, a restrição da amostra a universitários com média de idade de $21,65 \pm 2,43$ minimiza a variabilidade relacionada à idade, permitindo isolar com maior precisão os efeitos da adaptação digital do instrumento.

O TTA preserva as características essenciais do TMT tradicional, seguindo a tendência de outras adaptações já consolidadas na literatura^[8, 18, 30, 31]. Como diferenciais inovadores, oferece *feedback* imediato sobre tempo e erros durante a execução, permitindo que os participantes ajustem seu desempenho em tempo real. A versão utilizada neste trabalho corresponde à adaptação digital fiel do teste em papel, com os benefícios adicionais de registro automatizado e processamento sistemático dos dados. Embora o aplicativo incluía etapas complementares para avaliação de aprendizagem motora, estes não foram ativados no presente estudo, mantendo-se o foco na validação da versão digital padrão.

Na análise da validade de critério, a comparação entre o TMT e o TTA revelou correlações positivas e significativas em relação à variável tempo para ambos os

avaliadores. Os coeficientes de correlação de Pearson variaram de moderadas a altas nas duas partes do teste (A e B), indicando elevada consistência entre as medidas obtidas pelos instrumentos.

Já a análise de confiabilidade em relação a variável tempo, revela limitações na consistência das medidas, com correlações significativas de moderada a forte para alguns dados e correlações fracas não significativas para outros, indicando concordância insuficiente entre avaliadores e variabilidade no teste-reteste. Um dos fatores a ser considerado na análise da variável tempo é a diminuição significativa no tempo de execução no reteste (Parte A: redução média de 0,37s; Parte B: 0,88s; $p < 0,001$) sugerindo um efeito de aprendizagem, possivelmente associado à familiarização com a interface digital.

Esse padrão é consistente com estudos anteriores que reportaram reduções de 15–30% em aplicações repetidas do TMT^[32,33] e vão de encontro com estudos recentes que demonstram que a aplicação digital do TMT apresenta um efeito de aprendizagem significativo, com redução consistente no tempo de execução em retestes. Um estudo^[34] observou que a versão digital do TMT foi significativamente mais rápida que a versão tradicional em papel, tanto em pacientes com tumores cerebrais quanto em indivíduos saudáveis.

Corroborando essas informações, Park e Schott^[35] relataram que, embora o tempo inicial de execução no teste digital tenha sido maior, a consistência entre as aplicações e a redução progressiva no tempo de realização destacam o papel do efeito de aprendizagem na otimização das estratégias cognitivas e motoras. Esses estudos reforçam a importância de considerar o treinamento prévio e a familiarização com a plataforma digital em avaliações seriadas, especialmente em populações idosas ou com comprometimento cognitivo.

Em relação a análise da validade e confiabilidade para variável erro, não houve evidências convergentes, uma vez que as correlações foram baixas e não significativas. Além disso, observa-se um padrão consistente de maior número de erros no TTA (médias entre 0,52 e 1,18) em comparação com o papel (médias entre 0,00 e 0,27).

Sugere-se que as variações nas medidas de erro estejam ligadas ao uso da mão/dedo na realização do teste ao invés de uma caneta específica para *tablets*. Essa forma de realizar o teste poderia atrapalhar a visualização do aplicativo, além de que

o uso do dedo pode ter sensibilidade menor do toque, pontuando erros de maneira equivocada. Essas limitações também foram encontradas em outro estudo, que sugere que as características da interface digital, como sensibilidade ao toque, e uso de caneta para *tablet* poderiam estar ligadas às diferenças nas marcações dessa variável ^[36].

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A primeira refere-se ao tamanho amostral reduzido ($n = 31$) e à homogeneidade dos participantes (adultos jovens saudáveis), o que limita a generalização dos achados para outras faixas etárias ou populações com comprometimento cognitivo. Outra limitação relevante diz respeito à baixa confiabilidade das medidas de erro, possivelmente associada ao uso do dedo na realização do teste ao invés de uma caneta específica para *tablet*.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação da amostra para incluir diferentes faixas etárias e níveis de função cognitiva e o aumento do intervalo entre avaliações para melhor controle de efeitos de prática. Além disso, sugere-se que estudos futuros realizem o teste com o uso da caneta para *tablet*, bem como realizem a validade e confiabilidade do aplicativo TMT2 com as fases adicionais relacionadas a aprendizagem motora.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a versão digital do TMT apresenta validade satisfatória para medidas de tempo, mas limitada para contagem de erros. A análise de confiabilidade foi inconsistente. Para os erros, a confiabilidade foi baixa, com correlações fracas. A redução significativa no tempo de execução no reteste confirma o efeito de prática já documentado na literatura. Apesar da viabilidade demonstrada, os resultados indicam a necessidade de ajustes na interface, particularmente na detecção de erros, sugerindo-se o uso de canetas específicas para *tablets* em futuras aplicações.

REFERÊNCIAS

1. Schmidt S, Gull S, Herrmann KH, Boehme M, Irintchev A, Urbach A, et al. Experience-dependent structural plasticity in the adult brain: how the learning brain grows. *Neuroimage*. 2021 Jan 15;225:117502. doi:10.1016/j.neuroimage.2020.117502
2. Bassett DS, Yang M, Wymbs NF, Grafton ST. Learning-induced autonomy of sensorimotor systems. *Nat Neurosci*. 2015;18(5):744-51. doi:10.1038/nn.3993
3. Nava GF, Zacaron D, Nobre GC, Sartori RF. Coordenação motora e funções executivas: possíveis associações. *Rev Bras Psicol Esporte*. 2021;11(3).
4. Gu Y, Janoschka S, Ge S. Neurogenesis and hippocampal plasticity in adult brain. *Curr Top Behav Neurosci*. 2013;15:31-48. doi:10.1007/7854_2012_217
5. Reppold C, Serafini AJ, Gurgel LG, Kaiser V. Avaliação de aspectos cognitivos em adultos: análise de manuais de instrumentos aprovados. *Aval Psicol*. 2017;16(2):137-44.
6. Liu L. The impact of screen time on working memory function of children and adolescents. In: *International Conference on Sport Science, Education and Social Development*; 2022. Paris: Atlantis Press; 2022. p.229-37. doi:10.2991/978-2-494069-13-8_30
7. Wang X, Li Y, Fan H. The associations between screen time-based sedentary behavior and depression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2019;19:1-9.
8. Tombaugh TN. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch Clin Neuropsychol*. 2004;19(2):203-14. doi:10.1016/S0887-6177(03)00039-8
9. Reitan RM. Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Percept Mot Skills*. 1958;8(3):271-6. doi:10.2466/pms.1958.8.3.271
10. Sacco G, Ben-Sadoun G, Bourgeois J, Fabre R, Manera V, Robert P. Comparison between a paper-pencil version and computerized version for the realization of a neuropsychological test: the example of the Trail Making Test. *J Alzheimers Dis*. 2019;68:1657-66. doi:10.3233/JAD-180396
11. Parsons TD, Rizzo AA, Buckwalter JG. Back to the future: the validity of the virtual reality version of the Trail Making Test. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2017;39(1):1-10. doi:10.1080/13803395.2016.1252724

12. Possin KL, Filoteo JV, Roesch SC, et al. The Trail Making Test as a screening instrument for driving performance in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2016;25:58-63. doi:10.1016/j.parkreldis.2016.01.023
13. Ouellet É, Bier N, Pigot H, et al. Electronic Trail Making Test: normative data for community-dwelling older adults. *Arch Clin Neuropsychol.* 2018;33(7):906-13. doi:10.1093/arclin/acx123
14. Diamond A, Ling DS. Computerized training of executive functions in children with low socioeconomic status. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2019;116(37):18410-5. doi:10.1073/pnas.1905344116
15. Kourtesis P, Collina S, Doumas LAA, et al. Technological competence is a precondition for effective implementation of virtual reality head mounted displays in human neuroscience. *Behav Res Methods.* 2021;53(2):694-711. doi:10.3758/s13428-020-01465-6
16. Zygouris S, Tsolaki M. Computerized cognitive testing for older adults: a review. *Am J Alzheimers Dis Other Demen.* 2015;30(1):13-28. doi:10.1177/1533317514539372
17. Edwards E, Lumsden J, Rivas C, Steed L, Edwards L, Thiyagarajan A, et al. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open.* 2016;6:e012447. doi:10.1136/bmjopen-2016-012447
18. Silva AKA, Guimarães QN, Nardi LAA, Sorte LXB, Malaman TAB, Zapparoli FY. Avaliação de aprendizagem motora em universitárias utilizando dispositivo móvel. *Braz J Health Rev.* 2019;2:2572-88. doi:10.34119/bjhvr2n4-028
19. Erikson EH. *Identity and the life cycle.* 2nd ed. New York: W.W. Norton; 1980.
20. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway JD. *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults.* 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
21. Arbuthnott K, Frank J. Trail Making Test, Part B as a measure of executive control: validation using a set-switching paradigm. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2000;22(4):518-28. doi:10.1076/1380-3395(200008)22:4;1-0;FT518
22. Ashendorf L, Jefferson AL, O'Connor MK, Chaisson C, Green RC, Stern RA. Trail Making Test errors in normal aging, mild cognitive impairment, and dementia. *Arch Clin Neuropsychol.* 2008;23(2):129-37. doi:10.1016/j.acn.2007.11.005

23. Cicchetti DV. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychol Assess.* 1994;6(4):284-90. doi:10.1037/1040-3590.6.4.284
24. Mukaka MM. Statistics corner: a guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J.* 2012;24(3):69-71. PMID:23638278
25. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. *Multivariate data analysis.* 6th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall; 2006.
26. Pasquali L. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação.* 5. ed. Petrópolis: Vozes; 2017.
27. Wechsler D. *Wechsler adult intelligence scale – fourth edition (WAIS-IV).* San Antonio: Pearson; 2008.
28. Wechsler D. *Escala de inteligência Wechsler para adultos – WAIS-III. Adaptação e padronização brasileira.* São Paulo: Casa do Psicólogo; 2004.
29. Strauss E, Sherman EMS, Spreen O. *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary.* 3rd ed. New York: Oxford University Press; 2006.
30. Heaton RK, Miller SW, Taylor MJ, Grant I. *Revised comprehensive norms for an expanded Halstead–Reitan Battery: demographically adjusted neuropsychological norms for African American and Caucasian adults.* Lutz: Psychological Assessment Resources; 2004.
31. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW, Fischer JS. *Neuropsychological assessment.* 4th ed. New York: Oxford University Press; 2004.
32. Nitrini R, Caramelli P, Bottino CMC, Damasceno BP, Brucki SMD, Anghinah R, et al. Diagnóstico de doença de Alzheimer no Brasil: critérios diagnósticos e exames complementares. *Arq Neuropsiquiatr.* 2005;63(3A):713-9. doi:10.1590/S0004-282X2005000400034
33. Malloy-Diniz LF, Fuentes D, Mattos P, Abreu N. *Avaliação neuropsicológica.* Porto Alegre: Artmed; 2010.
34. Mitrushina M, Boone KB, Razani J, D’Elia LF. *Handbook of normative data for neuropsychological assessment.* 2nd ed. New York: Oxford University Press; 2005.
35. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5.* 5th ed. Arlington: American Psychiatric Publishing; 2013.

36. Organização Mundial da Saúde. CID-11: Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019. Disponível em: <https://icd.who.int>. Acesso em: 21 set. 2025.

REFERÊNCIAS

- ARBUTHNOTT, K.; FRANK, J. Trail Making Test, part B as a measure of executive control: validation using a set-switching paradigm. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 22, n. 4, p. 518-528, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1076/1380-3395\(200008\)22:4;1-0;FT518](https://doi.org/10.1076/1380-3395(200008)22:4;1-0;FT518)
- ASHENDORF, L. *et al.* Trail Making Test errors in normal aging, mild cognitive impairment, and dementia. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 23, n. 2, p. 129-137, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.11.005>
- ASSEMBLEIA MUNDIAL DA SAÚDE. **69th World Health Assembly**. Geneva: WHO, 2016. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- BAYKARA, E. *et al.* Validation of a digital, tablet-based version of the Trail Making Test in the delta platform. **European Journal of Neuroscience**, v. 55, p. 461-467, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ejn.15541>
- BEDNORZ, A.; RELIGA, D. Utility of the comprehensive Trail Making Test in the assessment of mild cognitive impairment in older patients. **Geriatrics (Basel)**, v. 8, n. 108, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/geriatrics8060108>
- BEROUKHIM-KAY, D. *et al.* Different patterns of neural activity characterize motor skill performance during acquisition and retention. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 16, p. 900405, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.900405>
- BERTOLA, L. *et al.* Prevalence of dementia and cognitive impairment no dementia in a large and diverse nationally representative sample: the ELSI-Brazil study. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 78, p. 1060-1068, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/glad025>
- BONASSI, G. *et al.* Consolidation and retention of motor skill after motor imagery training. **Neuropsychologia**, v. 143, p. 107472, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107472>

BRACKEN, M. R.; MAZUR-MOSIEWICZ, A.; GLAZEK, K. Trail Making Test: comparison of paper-and-pencil and electronic versions. **Applied Neuropsychology: Adult**, v. 26, p. 522-532, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23279095.2018.1460371>

BRASIL. Lei nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a Política Nacional do Idoso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 jan. 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8842.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003. Estatuto do Idoso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 out. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.741.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

CARRASCO-GONZÁLEZ, E.; ZAPARDIEL-SÁNCHEZ, E.; LERMA-LARA, S. Aprendizagem motora durante a realização de uma tarefa motora medida por ressonância magnética: uma revisão sistemática. **Revista de Neurologia**, v. 73, p. 17-25, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33588/rn.7301.2020657>

COHEN, R. A.; MARSIKE, M. M.; SMITH, G. E. Neuropsychology of aging. *In*: AMINOFF, M. J.; BOLLER, F.; SWAAB, D. F. (Org.). **Handbook of clinical neurology**. Amsterdam: Elsevier, 2019. p. 149-180. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804766-8.00010-8>

DAHMS, C. *et al.* The importance of different learning stages for motor sequence learning after stroke. **Human Brain Mapping**, v. 41, p. 270-286, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hbm.24793>

EBAID, D.; CREWETHER, S. G. Time for a systems biological approach to cognitive aging? A critical review. **Frontiers in Aging Neuroscience**, Lausanne, v. 12, p. 114, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00114>

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 5. ed. London: Sage, 2018.

GÓMEZ-SORIA, I. *et al.* Short-term memory, attention, and temporal orientation as predictors of the cognitive impairment in older adults: a cross-sectional observational

study. **PLoS ONE**, v. 16, e0261313, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261313>

GONZALEZ, S. L.; ALVAREZ, V.; NELSON, E. L. Do gross and fine motor skills differentially contribute to language outcomes? A Systematic Review. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 2670, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02670>

GUIMARÃES, R. *et al.* Política de ciência, tecnologia e inovação em saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 881-886, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.34652018>

HAIR, J. F. *et al.* Multivariate data analysis. 8. ed. Hampshire: Cengage, 2019.

HAFIZ, N. J. *et al.* Trail Making Test error analysis in subjective cognitive decline, mild cognitive impairment, and alzheimer's dementia with and without depression.

Archives of Clinical Neuropsychology, v. 38, p. 25-36, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.1093/arclin/acac065>

HALLETT, M. Progress in physical therapy for functional motor disorder. **The Lancet Neurology**, v. 23, p. 650-651, 2024. Disponível em:

[https://doi.org/10.1016/S14744422\(24\)00162-5](https://doi.org/10.1016/S14744422(24)00162-5)

HARADA, C. N.; NATELSON LOVE, M. C.; TRIEBEL, K. Normal cognitive aging.

Clinics in Geriatric Medicine, v. 29, p. 737-752, 2013. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.cger.2013.07.002>

HEROLD, F. *et al.* Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements: a systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 16, p. 10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s11556-019-0217-2>

HOHL, K.; DOLCOS, S. Measuring cognitive flexibility: a brief review of neuropsychological, self-report, and neuroscientific approaches. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 18, p. 1331960, 2024. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1331960>

HULLEY, S. B. *et al.* **Designing clinical research**. 4. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015.

JARDIM, N. Y. V. *et al.* Dual-task exercise to improve cognition and functional capacity of healthy older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 13, p. 589299, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.589299>

JAUL, E.; BARRON, J. Characterizing the heterogeneity of aging: a vision for a staging system for aging. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.513557>

LEECH, K. A. *et al.* Updates in motor learning: implications for physical therapist practice and education. **Physical Therapy**, v. 102, p. pzab250, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab250>

MACIA, E.; CHEVÉ, D.; MONTEPARE, J. M. Demographic aging and biopower. **Journal of Aging Studies**, v. 51, p. 100820, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2019.100820>

MARTINS, N. I. M. *et al.* Instrumentos de avaliação cognitiva utilizados nos últimos cinco anos em idosos brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 2513-2530, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018247.20862017>

MESSICK, S. Validity of psychological assessment. **American Psychologist**, v. 50, n. 9, p. 741-749, set. 1995.

MITINA, M.; YOUNG, S.; ZHAVORONKOV, A. Psychological aging, depression, and well-being. **Aging**, v. 12, p. 18765-18777, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18632/aging.103880>

MITRUSHINA, M.; BOONE, K. B.; RAZANI, J.; DELLA'OLIO, L. **Handbook of normative data for neuropsychological assessment**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2005.

MOREIRA, J. S. *et al.* Indicators and instruments to assess components of disability in community-dwelling older adults: a systematic review. **Sensors**, v. 22, p. 8270, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22218270>

NAÇÕES UNIDAS. **World population prospects 2022: summary of results – world**. Nova Iorque: ONU, 2022. Disponível em: <https://reliefweb.int/report/world/world-population-prospects-2022-summary-results>. Acesso em: 29 mai. 2024.

OSUKA, Y. *et al.* A stepping Trail Making Test as an indicator of cognitive impairment in older adults. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, p. 2835, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm9092835>

PASQUALI, L. **Psicometria**. Rio de Janeiro: Koogan, 2010.

PASQUALI, L. **Teoria dos testes na pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Editora UnB, 2017.

PARK, S.-Y.; SCHOTT, N. The trail-making-test: comparison between paper-and-pencil and computerized versions in young and healthy older adults. **Applied Neuropsychology: Adult**, v. 29, p. 1208-1220, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23279095.2020.1864374>

RIBEIRO, D. R. *et al.* Prevalência de diabetes mellitus e hipertensão em idosos. **Revista Artigos.com**, v. 14, e2132, 2020.

SAADEH, M. *et al.* The role of psychological and social well-being on physical function trajectories in older adults. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 75, p. 1579-1585, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa114>

SACCO, G. *et al.* Comparison between a paper-pencil version and computerized version for the realization of a Neuropsychological Test: the example of the Trail Making Test. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 68, p. 1657-1666, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/JAD-180396>

SALTHOUSE, T. A. Trajectories of normal cognitive aging. **Psychology and Aging**, v. 34, p. 17-24, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/pag0000288>

SÁNCHEZ-CUBILLO, I. *et al.* Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 15, p. 438-450, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1355617709090626>

SEIDLER, R. D. Neural correlates of motor learning, transfer of learning, and learning to learn. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 38, p. 3-9, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181c5cce7>

SILVA, A. K. A.; GUIMARÃES, Q. N.; NARDI, L. A. A.; BOA SORTE, L. X.; MALAMAN, T. A. B.; ZAPPAROLI, F. Y. Avaliação de aprendizagem motora em universitárias utilizando dispositivo móvel. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 4, p. 2572-2588, 2019.

SIRIUS, K. V. **Validity and reliability in qualitative research**. New York: Springer, 2019.

SHISHOV, N.; MELZER, I.; BAR-HAIM, S. Parameters and measures in assessment of motor learning in neurorehabilitation: a systematic review of the literature. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 11, p. 82, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00082>

SOUZA, P. da S. de *et al.* Avaliação do desempenho cognitivo em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 10, p. 29-38, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2007.10013>

TAK, P.; ROHILLA, J.; JHANWAR, S. Comparison of two screening instruments to detect dementia in Indian elderly subjects in a clinical setting. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 10, p. 657-661, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_1050_20

TOMBAUGH, T. N. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 19, p. 203-214, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(03\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00039-8)

UNITED NATIONS. **World population prospects 2022**. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 8 jan. 2025.

VERAS, R. P. Doenças crônicas e longevidade: desafios futuros. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 26, e230233, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-22562023026.230233.pt>

WHITLEY, E. *et al.* Variations in cognitive abilities across the life course: cross-sectional evidence from understanding society: the UK household longitudinal study.

Intelligence, v. 59, p. 39-50, 2016. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.07.001>

XU, Q.; OU, X.; LI, J. The risk of falls among the aging population: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Public Health**, v. 10, p. 902599, 2022.

Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.902599>

XU, X. *et al.* Exploring successful cognitive aging: insights regarding brain structure, function, and demographics. **Brain Sciences**, v. 13, p. 1651, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/brainsci13121651>

YANG, C. *et al.* Effectiveness of combined cognitive and physical interventions to enhance functioning in older adults with mild cognitive impairment: a systematic review of randomized controlled trials. **The Gerontologist**, v. 60, p. 633-642, 2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.1093/geront/gnz149>

ANEXO A – Normas de submissão do artigo 1

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

- A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.
- O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na página Sobre a Revista.
- O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.
- O texto está em espaço um e meio, fonte Verdana de 14-pontos; as figuras e tabelas estão inseridas no texto ou no final do documento. As figuras estão com autorização.
- Estão sendo enviados 2 arquivos: um com as informações dos autores e instituições (página de rosto) e um sem identificação (texto).
- O título tem até 80 caracteres.
- Foram referidos até 10 autores com nome completo. E autor correspondente com endereço completo.
- O Título e o Resumo estão nos três idiomas: português, inglês e espanhol.
- A aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição e seu número estão referidos no texto. Artigos de Revisão e Revisão Sistemática não necessitam de aprovação do CEP.
- As referências estão no estilo Vancouver, artigos com número doi e textos publicados na internet com o endereço da URL completa, bem como a data de acesso em que foram consultados.

Diretrizes para Autores

A Revista Neurociências é voltada à Neurologia e às ciências afins. Publica artigos de interesse científico e tecnológico, realizados por profissionais dessas áreas, resultantes de estudos clínicos ou com ênfase em temas de cunho prático, específicos ou interdisciplinares. Serão aceitos artigos em inglês, português ou espanhol. Seus

volumes anuais com publicação em fluxo contínuo. A linha editorial da revista publica, preferencialmente, artigos Originais de pesquisa (incluindo Revisões Sistemáticas). Contudo, também serão aceitos para publicação os artigos de Revisão de Literatura, Atualização, Relato de Caso, Resenha, Ensaio, Texto de Opinião e Carta ao Editor, desde que aprovados pelo Corpo Editorial. Trabalhos apresentados em Congressos ou Reuniões Científicas de áreas afins poderão constituir-se de anais em números ou suplementos especiais da Revista Neurociências.

Os artigos deverão ser inéditos, isto é, não publicados em outros periódicos, exceto na forma de Resumos em Congressos e não deverão ser submetidos a outros periódicos simultaneamente, com o quê se comprometem seus autores.

Os artigos devem ser submetidos seguindo o modelo de template <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/libraryFiles/downloadPublic/12> e submetidos eletronicamente, via portal <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/>.

Qualquer dúvida, entre em contato com: revistaneurociencias.rnc@gmail.com

Recebido o manuscrito, o Corpo Editorial verifica se o mesmo se encontra dentro dos propósitos do periódico e de acordo com as Normas de Publicação, recusando-se aqueles que não cumprirem essas condições. O Corpo Editorial enviará, então, o artigo para, pelo menos, dois revisores dentro da área do tema do artigo, no sistema de arbitragem por pares. O Corpo Editorial analisará os pareceres e encaminhará as sugestões para os autores, para aprimoramento do conteúdo, da estrutura, da redação e da clareza do texto. Os autores terão 15 dias para revisar o texto, incluir as modificações sugeridas, cabendo-lhes direito de resposta. O Corpo Editorial, quando os revisores sugerirem a adição de novos dados, e a depender do estudo, poderá prover tempo extra a inadequado. Para publicação, será observada a ordem cronológica de aceitação dos artigos e distribuição regional. Os artigos aceitos estarão sujeitos a adequações de gramática, clareza do texto e estilo da Revista Neurociências sem prejuízo ao seu conteúdo. Os artigos são de responsabilidade de seus autores.

Não há cobrança de valores para submissão e publicação dos artigos.

Instruções para os autores

O manuscrito deve ser enviado em DOIS arquivos: 1. Página de Rosto - com

as informações dos autores (graduação, título mais alto, instituição, email), instituição e autor correspondente; 2. Texto - título (portugues, ingles e espanhol), resumo e descritores (portugues, ingles e espanhol), artigo completo, figuras e tabelas ao final.

Os arquivos deverão ser enviados no formato do Microsoft Office Word, com configuração obrigatória das páginas em papel A4 (210 × 297 mm) e margens de 2 cm em todos os lados, fonte Verdana tamanho 14 e espaçamento de 1,5 pt entre linhas.

Título e autoria

O título deve estar em inglês, português e espanhol e ser conciso e informativo, com até 80 caracteres.

Devem ser listados no máximo dez (10) autores e seus nomes completos bem como as responsabilidades de cada um devem seguir os critérios de autoria do ICMJE (informações abaixo). A afiliação de cada autor deve conter as informações: universidade, departamento, cidade, país e ORCID (todos os autores devem ter o identificador ORCID – Open Researcher and Contributor ID – <https://orcid.org/signin>).

O autor correspondente deve ser o professor/orientador responsável institucional pelo trabalho, e fornecer endereço completo e email.

Responsabilidade dos Autores: é obrigatório que cada autor ateste ter participado suficientemente do trabalho para assumir a responsabilidade por uma parcela significativa do conteúdo do manuscrito. Cada um dos autores deve especificar suas contribuições para o trabalho. O autor correspondente ou autor que encaminhou o trabalho indicará, durante o processo de submissão, a garantia e a exatidão da integridade de todos os dados relatados no manuscrito.

A Revista Neurociências recomenda que a autoria se baseie nos quatro critérios descritos a seguir:

Contribuições substanciais para concepção ou desenho da obra; ou aquisição, análise ou interpretação dos dados para o trabalho; ou elaboração do trabalho ou revisão crítica de importante conteúdo intelectual; ou aprovação final da versão a ser publicada; ou Consentimento em ser responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo que as questões relacionadas à precisão ou à integridade de qualquer parte do trabalho sejam devidamente investigadas e resolvidas.

Todos os colaboradores que não atendam aos critérios de autoria devem ser

listados na seção Agradecimentos, bem como o apoio financeiro das agências de fomento.

Abreviações e terminologia

Unidades de Medida: valores de grandezas físicas devem ser referidos de acordo com os padrões do Sistema Internacional de Unidades.

Fomento: todas as fontes de auxílio à pesquisa (se houver), bem como o número do projeto e a instituição responsável, devem ser declaradas. O papel das agências de financiamento na concepção do estudo e coleta, análise e interpretação dos dados e na redação do manuscrito deve ser declarado em Agradecimentos.

Agradecimentos: todos os colaboradores que fizeram contribuições substanciais no manuscrito (por exemplo, coleta de dados, análise e redação ou edição de assistência), mas que não preenchem os critérios de autoria devem ser nomeados com suas contribuições específicas em Agradecimento no manuscrito.

Figuras, Gráficos e Tabelas: Deverão ser apresentados em páginas separadas e no final do texto. Em cada um, deve constar seu número de ordem, título e legenda. As figuras e gráficos devem ter tamanho não superior a 6cm x 9cm, com alta resolução (300 dpi) e em arquivo JPEG ou TIFF. Identificar cada ilustração com seu número de ordem e legenda. Ilustrações reproduzidas de textos já publicados devem ser acompanhadas de autorização de reprodução, tanto do autor como da publicadora. O material recebido não será devolvido aos autores. Manter os negativos destas.

Referências: as referencias devem seguir as normatizadas de acordo com estilo de Vancouver, elaborada pelo ICMJE. Exemplos do estilo Vancouver estão disponíveis no site da National Library of Medicine (NLM) em Citing Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>.

As referências devem ser identificadas no corpo do texto com algarismos arábicos, sobrescritas, obedecendo à ordem de citação no texto. A acurácia das referências é de responsabilidade do autor.

Se forem citadas mais de duas referências em sequência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, sendo separadas por um traço (exemplo: 6-9). Em caso de citação alternada, todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula (exemplo: 6,7,9).

Em publicações com até 6 autores, todos devem ser citados; em publicações

com mais de 6 autores, citam-se os 6 primeiros, seguidos da expressão latina “*et al.*”.

Títulos de periódicos devem ser abreviados de acordo com a NLM Title Abbreviation (disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>)

Evitar citações de teses, dissertações, livros e capítulos, jornais ou revistas não científicas (magazines) e no prelo, exceto quando se tratar de referencial teórico (exemplo: Handbook Cochrane).

A revista Neurociências incentiva o uso do DOI, pois garante um link permanente de acesso para o artigo eletrônico.

Para artigos ou textos publicados na internet que não contenham o DOI, indicar o endereço da URL completa, bem como a data de acesso em que foram consultados.

Exemplos de Referências

Artigos com identificador DOI: Moventhan A, Nivethitha L. Evidence based effects of yoga in neurological disorders. J Clin Neurosci 2017;43:61-7. doi: 10.1016/j.jocn.2017.05.012.

Artigos Eletrônicos: Tavares de Gois CR, D’Ávila JS, Cipolotti E, Lira AS, Leite Silva AL. Adenotonsillar hypertrophy in pre-school children with sickle cell disease and diagnostic accuracy of the sleep disturbance scale for children. Int Arch Otorrhinol [Internet]. 2018 [cited 2019 Apr 23];22(1):55-9. Available from: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0037-1602702.pdf>

Livros na Internet: Higgins JP, Green S, editors. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions [Internet]. Version 4.2.6. Chichester (UK): John Wiley & Sons, Ltd.; 2006 [cited 2018 Oct 15]. 257 p. Available from: <http://www.cochrane.org/resources/handbook/handbook.pdf>

Recomendações: não colocar nome de autores e datas no texto, apenas indicar o número da referência; não utilizar referências apud, dar preferência ao artigo original; não fazer citações em notas de rodapé; O Corpo Editorial segue a padronização da Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares de 1996, utilizando o termo Acidente Vascular Cerebral – AVC.

Estrutura do Manuscrito: Os artigos devem ser divididos de acordo com o desenho de estudo e seguir as recomendações da Equator Network – <https://www.equator-network.org/>: Editorial, Original, Revisão Sistemática, Revisão de

Literatura, Atualização, Relato de Caso, Resenha, Ensaio, Texto de Opinião e Carta ao Editor. O número de palavras inclui texto e referências bibliográficas (não devem ser considerada folha de rosto com título, autores, endereço de correspondência, resumo e summary e tabelas, figuras e gráficos).

Adotar as recomendações abaixo:

I - Editorial: a convite do Editor, sob tema específico, deve conter no máximo 2000 palavras e no máximo 10 referências bibliográficas (estilo Vancouver).

II - Artigo Original e Revisão Sistemática: resultado de pesquisa de natureza empírica, experimental ou conceitual (6000 palavras).

Título: em português, inglês e espanhol, sintético e restrito ao conteúdo, contendo informação suficiente para catalogação, não excedendo 90 caracteres. A Revista prefere títulos informativos.

Autor(es): referir nome(es) e sobrenome(s) por extenso. Referir a instituição em que foi feita a pesquisa que deu origem ao artigo. Referir formação acadêmica, titulação máxima e vínculo profissional mais importante de cada autor, por ex.: 1- Neurologista, Livre Docente, Professor Adjunto da UNIFESP, 2- Neurologista, Pós-graduando na UNICAMP, 3- Neurologista, Residente no Hospital São Paulo - UNIFESP. Referir suporte financeiro. A ordem dos autores deve seguir orientação Vancouver: primeiro autor o que realizou o projeto, último autor o orientador. O orientador ou professor da instituição deve ser indicado como autor correspondente.

Resumo (português, inglês e espanhol): devem permitir uma visão panorâmica do trabalho. O resumo deve ser estruturado em objetivos, métodos, resultados e conclusões. Não exceder 250 palavras.

Unitermos (português, inglês e espanhol): Máximo de 6 (seis). Como guia, consulte descritores em ciências da saúde (<http://decs.bvs.br>).

Corpo do Artigo: apresentar a matéria do artigo seqüencialmente: introdução e objetivo; método (sujeitos ou relato de caso, número do protocolo do Comitê de Ética da Instituição, procedimento ou intervenção e análise estatística) com detalhes suficientes para a pesquisa poder ser duplicada, resultados (apresentados de forma clara e concisa),

Discussão (interpretação dos resultados comparados à literatura), conclusões, agradecimentos, referências bibliográficas. As abreviações devem vir acompanhadas do seu significado na primeira vez que aparecerem no texto. Nomes comerciais e

marcas registradas devem ser utilizados com parcimônia, devendo-se dar preferência aos nomes genéricos.

Agradecimentos: Devem ser feitos a pessoas ou Instituição que auxiliou diretamente a pesquisa, mas que não cabem como autores do trabalho.

Figuras, Quadros, Gráficos e Tabelas: Juntos não poderão exceder 5. Deverão ser apresentados em páginas separadas e no final do texto. Em cada um, deve constar seu número de ordem, título e legenda. As figuras e gráficos devem ter tamanho não superior a 6cm x 9cm, com alta resolução (300) e em arquivo JPEG. Identificar cada ilustração com seu número de ordem e legenda. Ilustrações reproduzidas de textos já publicados devem ser acompanhadas de autorização de reprodução, tanto do autor como da publicadora.

Registro dos ensaios clínicos: a Revista Neurociências apoia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do ICMJE, reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e a divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Dessa forma, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e pelo ICMJE (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos – REBEC – <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/> ou <http://apps.who.int/trialsearch/default.aspx>). O número de identificação do registro deve ser inserido na seção “Métodos”.

Os estudos randomizados devem seguir as diretrizes CONSORT (<http://www.consort-statement.org>). Esta declaração fornece uma abordagem baseada em evidências para melhorar a qualidade dos relatórios de ensaios clínicos. Todos os manuscritos descrevendo um estudo clínico devem incluir o Diagrama de Fluxo CONSORT mostrando o número de participantes de cada grupo de intervenção, bem como a descrição detalhada de quantos pacientes foram excluídos em cada passo da análise de dados. Todos os testes clínicos devem ser registrados e disponibilizados em um site de acesso livre. O protocolo do ensaio clínico (incluindo o plano de análise estatística completa) deve ser encaminhado com o manuscrito.

III. Relato de Caso: descrições originais de observações clínicas, ou que representem originalidade de um diagnóstico ou tratamento, ou que ilustrem situações

pouco frequentes na prática. Devem conter:

- Número máximo de palavras no Resumo: 250
- Número máximo de palavras: 1.500
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 04
- Número máximo de referências: 20

Referir aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição com o número do processo.

IV - Artigos de Revisão: revisão crítica da literatura ou atualização relativa a neurociências, com ênfase em causa, diagnóstico, prognóstico, terapia ou prevenção.

- Número máximo de palavras no Resumo: 250
- Número máximo de palavras: 8.000
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 08
- Número máximo de referências: 100

A Revista Neurociências exige que todos os artigos submetidos atendam aos padrões de qualidade estabelecidos pelas diretrizes para produção de relatos de pesquisa em saúde – Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR) Network (<https://www.equator-network.org/>): PRISMA para revisões sistemáticas – <http://www.equator-network.org/reporting-guidelines/prisma/>

Editorial

A convite do editor, sob um tema específico.

Artigos Originais

Artigo Original: resultado de pesquisa de natureza empírica, experimental ou conceitual. Nesta categoria inclui a revisões sistemáticas com e sem meta-análises e devem conter:

- Número máximo de palavras no Resumo: 250
- Número máximo de palavras: 6.000
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 08
- Número máximo de referências: 30

Registro dos ensaios clínicos: a Revista Neurociências apoia as políticas para

registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do ICMJE, reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e a divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Dessa forma, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e pelo ICMJE (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos – REBEC – <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/> ou <http://apps.who.int/trialsearch/default.aspx>). O número de identificação do registro deve ser inserido na seção “Métodos”.

Os estudos randomizados devem seguir as diretrizes CONSORT (<http://www.consort-statement.org>). Esta declaração fornece uma abordagem baseada em evidências para melhorar a qualidade dos relatórios de ensaios clínicos. Todos os manuscritos descrevendo um estudo clínico devem incluir o Diagrama de Fluxo CONSORT mostrando o número de participantes de cada grupo de intervenção, bem como a descrição detalhada de quantos pacientes foram excluídos em cada passo da análise de dados. Todos os testes clínicos devem ser registrados e disponibilizados em um site de acesso livre. O protocolo do ensaio clínico (incluindo o plano de análise estatística completa) deve ser encaminhado com o manuscrito.

Relato de Caso

Relato de Caso: descrições originais de observações clínicas, ou que representem originalidade de um diagnóstico ou tratamento, ou que ilustrem situações pouco frequentes na prática. Devem conter:

- Número máximo de palavras no Resumo: 100
- Número máximo de palavras: 1.500
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 04
- Número máximo de referências: 06

Revisão Sistemática

Artigos de Revisão: revisão crítica da literatura ou atualização relativa a

neurociências, com ênfase em causa, diagnóstico, prognóstico, terapia ou prevenção.

- Número máximo de palavras no Resumo: 250
- Número máximo de palavras: 8.000
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 08
- Número máximo de referências: 30

A Revista Neurociências exige que todos os artigos submetidos atendam aos padrões de qualidade estabelecidos pelas diretrizes para produção de relatos de pesquisa em saúde – Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR) Network (<https://www.equator-network.org/>): PRISMA para revisões sistemáticas – <http://www.equator-network.org/reporting-guidelines/prisma/>

Artigos de Revisão

Artigos de Revisão: revisão crítica da literatura ou atualização relativa a neurociências, com ênfase em causa, diagnóstico, prognóstico, terapia ou prevenção.

- Número máximo de palavras no Resumo: 250
- Número máximo de palavras: 8.000
- Número máximo de figuras, gráficos e tabelas: 08
- Número máximo de referências: 100

Texto de Opinião

Texto de Opinião: deve conter opinião qualificada sobre um tema na área de neurociências, nota curta, crítica sobre artigo já publicado na Revista Neurociências ou relato de resultados parciais ou preliminares de pesquisa

Ensaio

Ensaio: texto literário breve, situado entre o poético e o didático, expondo ideias, críticas e reflexões morais e filosóficas a respeito de certo tema pesquisado

área das neurociências.

- Máximo de palavras no Resumo: 200
- Número máximo de palavras: 1.500
- Número máximo de referências: 25

Carta ao Editor

Cartas ao Editor: deve conter opinião qualificada sobre um tema na área de neurociências, nota curta, crítica sobre artigo já publicado na Revista Neurociências ou relato de resultados parciais ou preliminares de pesquisa

Errata

Correções e Retratações: erros ou falhas, independentemente da natureza ou da origem, que não configurem má conduta, serão corrigidos por meio de errata. Em artigos já publicados em que a má conduta foi identificada, a retratação será feita informando o motivo da retratação devidamente referenciada. Todos os autores serão solicitados a concordar com o conteúdo.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA MÚSICA NA APRENDIZAGEM MOTORA AVALIADA PELO TESTE DE TRILHAS ADAPTADO EM IDOSOS

Pesquisador: Luciana Maria dos Reis

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 67295923.3.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.206.088

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda de projeto de pesquisa que será desenvolvido para mestrado com a participação de uma discente, orientadora, co-orientadora e colaboradora.

Justificativa da Emenda: A partir dos dados coletados na primeira etapa da pesquisa, verificou-se a necessidade de aprimoramento do aplicativo de forma a torná-lo mais prático e eficaz. Por este motivo, um novo aplicativo está em desenvolvimento pelos discentes do INATEL. O novo aplicativo será validado por meio de universitários do INATEL, Instituto Nacional de Telecomunicações, devido a conveniência da amostra, para que, posteriormente, a nova versão do aplicativo possa também ser utilizada para a população idosa.

Desenho do estudo: O presente projeto será realizado em três fases, sendo a terceira fase relacionada à solicitação de emenda.

1-pesquisa do tipo metodológica, de cote transversal no que diz respeito à validação do aplicativo de teste de trilhas para avaliação da aprendizagem motora.

2-ensaio clínico controlado randomizado duplo cego.

3-pesquisa do tipo metodológica, de cote transversal no que diz respeito à validação do aplicativo de teste de trilhas para avaliação da aprendizagem motora a partir do desenvolvimento e validação de novo instrumento. A amostra será constituída por idosos de ambos os sexos, declarados destros, com 60 anos ou mais, sem experiência prévia na tarefa e

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 300 - Sala 0 314 E
Bairro: centro **CEP:** 37.110-001
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

Continuação do Parecer: 1.206.080

que não apresentem sinais evidentes e comprovados de agravos às condições gerais de saúde e lateralidade sinistra. Serão considerados como critérios de inclusão declarar-se destro, ter mais de 60 anos e aceitar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Na terceira etapa do estudo, serão incluídos jovens de ambos os sexos, regularmente matriculados no INATEL, sem diagnóstico de alterações ortopédicas, neurológicas ou visuais e que concordem em participar da pesquisa. O estudo será realizado nas instalações do Instituto Nacional de Telecomunicações - Inatel, na cidade de Santa Rita do Sapucaí - MG, sendo o Inatel a instituição coparticipante do presente estudo. Descreve como fonte de fomento, financiamento próprio. A pesquisadora não relata conflitos de interesse.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Verificar o efeito da música na aprendizagem motora em idosos avaliada por meio do teste de trilhas adaptado por gamificação, bem como, promover a validação desse instrumento de avaliação para a população estudada e desenvolver e validar novo aplicativo baseado nas melhorias sugeridas após primeira validação.

Objetivo Secundário: - Descrever o perfil sociodemográfico, de saúde, cognitivo e funcional da amostra estudada; - Comparar dados obtidos pelo teste de trilhas adaptado por gamificação, na avaliação da aprendizagem motora em idosos, com dados do teste de trilhas manual convencional; - Verificar o efeito da música na aprendizagem motora por meio do tempo gasto e número de erros no teste de trilhas adaptado por gamificação; - Verificar o efeito da música nas atividades instrumentais de vida diária e qualidade de vida.

Análise do CEP:

- a. claros e bem definidos;
- b. coerentes com a propositura geral do projeto;
- c. exequíveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Poderá ocorrer o risco mínimo de constrangimento ao responder os questionários. Este risco será minimizado por meio da aplicação dos instrumentos por pesquisador treinado, sendo o participante devidamente informado sobre a possibilidade de não responder ao questionário ou questões específicas ou mesmo se retirar da pesquisa sem que isso lhe cause nenhum

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala C 314 II
 Bairro: centro CEP: 37.120-001
 UF: MG Município: ALFENAS
 Telefone: (35)3701-9153 Fax: (35)3701-9153 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

Continuação do Parecer: 1.206.080

prejuízo. A avaliação por meio do teste de triplas poderá gerar desconforto como a ansiedade ao realizar os testes. Caso isto ocorra, o teste será interrompido e o participante poderá se retirar da pesquisa caso julgue pertinente. Poderá ainda ocorrer o risco de quebra da confidencialidade, divulgação de informações, invasão de privacidade e divulgação de dados confidenciais e de privacidade. Todos estes riscos estes serão minimizados com a garantia do zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, o compromisso de não publicar qualquer forma de identificação do participante (nem mesmo as iniciais). Os pesquisadores comprometem-se com a confidencialidade dos dados e uso das imagens com intuito estritamente acadêmico e científico. Prezando pela proteção do participante. Ouvir música durante a realização do teste pode despertar sentimentos negativos e gerar ansiedade. Como medida minimizadora, a música não terá letra, sendo apenas uma melodia e volume considerado baixo. Ademais, o paciente será lembrado que pode pedir para parar de fazer o teste e que isso não implicará em nenhum prejuízo a ele. Em relação às medidas minimizadoras relacionadas à pandemia por COVID-19, serão tomadas as seguintes medidas minimizadoras de riscos: os encontros serão realizados em locais ventilados; o avaliador utilizará máscara e o participante da pesquisa terá a escolha de utilizar máscara ou não; a mesa utilizada, bem como a caneta e o tablete serão desinfetados com álcool 70% antes de cada avaliação; o participante terá álcool 70% disponível para limpar as mãos. Benefícios: O participante terá como benefício o desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas. Além disso, o estudo irá contribuir para elaboração de um instrumento confiável, preciso e utilizável que possa ser empregado por outras pesquisas e na prática clínica bem como a avaliação da influência da música no processo de aprendizagem motora.

Análise do CEP:

- a. os riscos de execução do projeto são bem avaliados, realmente necessários ou evitáveis, e estão bem descritos no projeto;
- b. os benefícios oriundos da execução do projeto justificam os riscos coridos;
- c. para cada risco descrito, os pesquisadores apresentaram uma correta ação minimizadora/corretiva desse risco.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- a. Método da pesquisa está adequado aos objetivos do projeto;
- b. Referencial teórico da pesquisa está atualizado e é suficiente para aquilo que se propõe;

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 300 - Sala C 314 II
 Bairro: centro CEP: 37.130-001
 UF: MG Município: ALFENAS
 Telefone: (35)3701-9153 Fax: (35)3701-9153 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

Continuação do Parecer: 1.209.089

c. Cronograma de execução da pesquisa é coerente com os objetivos, riscos e benefícios propostos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- a. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): presente e adequado
- b. Termo de Assentimento (TA): não se aplica
- c. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE): não se aplica
- d. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Prontuários (TCUD): não se aplica
- e. Termo de Anuência Institucional (TAI): presente e adequado
- f. Folha de rosto: presente e adequado
- g. Projeto de pesquisa completo e detalhado: presente e adequado
- h. Declaração de Compromisso: presente e adequada

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Recomenda-se aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após análise, a Coordenação do CEP emita parecer ad referendum.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_240465_5_E1.pdf	03/10/2024 08:59:08		Aceito
Outros	CartaResposta.doc	03/10/2024 08:58:37	Luciana Maria dos Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Anuência	TCLE.docx	03/10/2024 08:57:42	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Projeto Detalhado	Projeto.doc	03/10/2024	Luciana Maria dos Reis	Aceito

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 300 - Sala O 314 E
 Bairro: centro CEP: 37.130-001
 UF: MG Município: ALFENAS
 Telefone: (35)3701-9153 Fax: (35)3701-9153 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 1.206.080

/ Brochura Investigador	Projeto.doc	08:56:55	Reis	Aceito
Outros	TCUD.pdf	20/08/2024 15:23:23	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Outros	TAI.pdf	20/08/2024 15:23:07	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Folha de Rosto	Rosto.pdf	13/02/2023 13:49:00	Luciana Maria dos Reis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ALFENAS, 05 de Novembro de 2024

Assinado por:
Ana Cláudia Mesquita Garcia
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala C 314 E
Bairro: centro CEP: 37.130-001
UF: MG Município: ALFENAS
Telefone: (35)3701-9153 Fax: (35)3701-9153 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br