

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

ANA FLÁVIA FELICIONI DE OLIVEIRA

**TESTE DE TRILHAS DIGITAL: INSTRUMENTO PARA ANÁLISE DE FUNÇÃO E
AQUISIÇÃO DE HABILIDADE VISOMOTORAS EM CRIANÇAS EM IDADE
ESCOLAR**

Alfenas/MG

2025

ANA FLÁVIA FELICIONI DE OLIVEIRA

**TESTE DE TRILHAS DIGITAL: INSTRUMENTO PARA ANÁLISE DE FUNÇÃO E
AQUISIÇÃO DE HABILIDADE VISOMOTORAS EM CRIANÇAS EM IDADE
ESCOLAR**

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

Alfenas/MG

2025

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

Oliveira , Ana Flávia Felicioni de.

Teste de trilhas digital: instrumento para análise de função e aquisição de habilidade visomotoras em crianças em idade escolar / Ana Flávia Felicioni de Oliveira . - Alfenas, MG, 2025.

73 f. : il. -

Orientador(a): Luciana Maria dos Reis .

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Aprendizagem motora. 2. Criança. 3. Confiabilidade. 4. Trail making test. 5. Validade.. I. Reis , Luciana Maria dos, orient. II. Título.

ANA FLÁVIA FELICIONI DE OLIVEIRA

TESTE DE TRILHAS DIGITAL: INSTRUMENTO PARA ANÁLISE DE FUNÇÃO E AQUISIÇÃO DE HABILIDADE VISOMOTORAS EM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR

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

Aprovada em: 15 de dezembro de 2025

Profa. Dra. Luciana Maria dos Reis

Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL/MG

Prof. Dr. Leonardo César Carvalho

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL/MG

Prof. Dr. Marcos Braz

Instituição: Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/SP



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Maria dos Reis, Professor do Magistério Superior**, em 15/12/2025, às 13:38, 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 **1683488** e o código CRC **28CA5C6C**.

Aos que sempre acreditaram em mim antes
mesmo que eu aprendesse a acreditar:
meus pais, meu eterno porto seguro

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Alfenas, em especial ao corpo docente do curso de Fisioterapia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, onde trilhei meu caminho acadêmico, cresci, me descobri e encontrei sentido na pesquisa e no cuidado. Sou grata por cada aprendizado, oportunidade e construção que me formaram até aqui.

“Confia ao Senhor as tuas obras, e teus planos se realizarão” (Pr,16,3). Hoje, agradeço em primeiro lugar, a Deus pela presença constante, pelo amparo nos dias difíceis, pela força ao longo do caminho e pela paciência em guiar os meus passos até aqui.

Agradeço aos meus pais, Andréia Regina Felicioni de Oliveira e Flavio Antônio Tavares de Oliveira. À minha mãe, pelo cuidado, amor e incentivo que fizeram dos estudos um caminho possível e iluminado. Ao meu pai, cuja força se revela no silêncio, no trabalho diário e na coragem que me ensinou a permanecer. Aos meus irmãos, Fabio e Pedro que, embora distantes no cotidiano, permanecem perto na torcida, no orgulho e no amor. Ao meu sobrinho, Caio, que com sua alegria e espontaneidade iluminou meus dias e renovou meu entusiasmo pela pesquisa com crianças.

Ao meu namorado, Isaias das Neves, por estar comigo com carinho, paciência e incentivo constante, obrigada por me lembrar, nos dias difíceis, da capacidade que talvez eu não visse.

Aos meus amigos, em especial a Mônica que dividiu comigo as angústias, medos, anseios, conquistas e vitórias de toda essa caminhada. As meninas, Amanda e Maria Eduarda, que me auxiliaram na coleta de dados, obrigada pela parceria. Caminhar ao lado de vocês tornou essa jornada mais leve e mais bonita.

Agradeço à Escola Municipal Professora Luiza Maria Alves Carneiro pela disponibilidade, acolhimento e apoio durante todo o processo de coleta de dados. E às crianças que participaram voluntariamente da pesquisa, cuja colaboração e entusiasmo tornaram este trabalho possível.

Em especial, agradeço a minha orientadora professora Dr^a Luciana Maria dos Reis, por ter sempre me recebido de braços abertos desde a graduação. Seu ensinamento, paciência e dedicação foram essenciais para a construção deste trabalho. Nas dificuldades, sua presença e orientação sensível fizeram toda diferença.

A todos que caminharam comigo: meu sincero muito obrigada.

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

"Porque onde está o teu tesouro, lá também está o teu coração"

Mateus 6, 21

RESUMO

Introdução: A infância é um marco importante no desenvolvimento motor e cognitivo. A função visomotora é a capacidade de coordenação entre percepção visual e ação motora, influenciando o desempenho escolar, a autonomia funcional e a participação social. A aquisição de novas habilidades ocorre por meio de um processo de aprendizagem, caracterizado por mudanças na capacidade de executar atividades em função da prática, ocorrendo melhora do desempenho a cada tentativa e retenção após um intervalo de tempo. O Teste de Trilhas tem sido utilizado para avaliar funções cognitivas e motoras, como atenção, velocidade de processamento, flexibilidade mental, memória de trabalho e funções visomotoras, podendo ser utilizado no formato tradicional ou por meio de versões digitais. **Objetivo:** Verificar a confiabilidade e validade do Teste de Trilhas Digital na avaliação da função visomotora de crianças em idade escolar, bem como averiguar se este teste pode ser utilizado como um instrumento de análise na aquisição de uma habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho. **Metodologia:** Foram conduzidos dois estudos, sendo: **(1)** estudo no qual participaram 30 crianças em idade escolar (8–11 anos), com o objetivo de verificar a validade e a confiabilidade do Teste de Trilhas Digital em comparação ao teste tradicional com papel e caneta. O desempenho foi analisado quanto ao tempo de execução por dois avaliadores independentes, em procedimento teste-reteste com intervalo de 7 dias, utilizando a Correlação de *Spearman* e Coeficiente de Correlação Intraclasse para análise. **(2)** Estudo com 30 crianças em idade escolar (8–11 anos) no qual foram realizadas 10 repetições do Teste de Trilhas Digital, com registro de tempo de execução, seguidas de reaplicação após 15 minutos e aplicação de uma versão espelhada, a fim de avaliar os processos de aquisição, consolidação e retenção de uma nova habilidade visomotora. **Resultados:** No estudo 1, a análise de validade revelou correlações significativas de baixa a moderada para o tempo de execução no momento do teste ($CC=0,45-0,55$; $p<0,05$) e moderada a alta no reteste ($CC=0,53-0,72$; $p<0,05$). Na análise de confiabilidade observou-se correlações baixas e não significativas para a variável tempo, com exceção do reteste entre avaliadores ($CCI = 0,25$; $p= 0,02$) e de teste e reteste para o avaliador 2 ($CCI = 0,30$; $p= 0,01$). No estudo 2, observou-se redução progressiva e significativa ($p<0,05$) no tempo de execução do teste até a 4ª repetição, indicando ganho de habilidade em realizar a tarefa, a estabilização ocorreu entre a 6ª e 9ª repetições ($p>0,05$), sugerindo

aprendizagem. A reaplicação do teste após 15 minutos mostrou manutenção dos dados de estabilização ($p > 0,05$), demonstrando retenção da tarefa aprendida. Na aplicação do teste espelhado, observou-se aumento significativo do tempo execução ($p = 0,000$), indicando maior dificuldade após aumento da complexidade da tarefa.

Conclusão: O Teste de Trilhas Digital mostrou-se viável para avaliação da função cognitiva e motora em crianças, apresentando validade adequada para o tempo de execução. Entretanto, as medidas de confiabilidade entre avaliadores foram limitadas, indicando a necessidade de intervalos maiores na reaplicação e ajustes na interface. Para a avaliação da aquisição de uma habilidade visomotora, os resultados confirmaram que o teste permite identificar a quantidade adequada de prática para treinar uma habilidade ao detectar aspectos da aprendizagem, como aquisição, consolidação e retenção.

Palavras-chave: aprendizagem motora; criança; confiabilidade; função motora; reabilitação; *trail making test*; validade.

ABSTRACT

Introduction: Childhood is an important milestone in motor and cognitive development. Visuomotor function is the ability to coordinate visual perception and motor action, influencing school performance, functional autonomy, and social participation. The acquisition of new skills occurs through a learning process, characterized by changes in the ability to perform activities as a function of practice, with improved performance with each attempt and retention after a period of time. The Trail Making Test has been used to assess cognitive and motor functions, such as attention, processing speed, mental flexibility, working memory, and visuomotor functions, and can be used in the traditional format or through digital versions.

Objective: To verify the reliability and validity of the Digital Trail Making Test in assessing the visuomotor function of school-aged children, as well as to ascertain whether this test can be used as an instrument of analysis in the acquisition of a visuomotor skill through performance stabilization. **Methodology:** Two studies were conducted: (1) a study involving 30 school-aged children (8–11 years old) to verify the validity and reliability of the Digital Trail Making Test compared to the traditional paper-and-pencil test. Performance was analyzed for execution time by two independent evaluators in a test-retest procedure with a 7-day interval, using Spearman's correlation and Intraclass Correlation Coefficient for analysis. (2) A study with 30 school-aged children (8–11 years old) in which 10 repetitions of the Digital Trail Making Test were performed, with execution time recorded, followed by reapplication after 15 minutes and application of a mirrored version, in order to evaluate the processes of acquisition, consolidation, and retention of a new visuomotor skill. **Results:** In study 1, validity analysis revealed significant low to moderate correlations for execution time at the time of testing ($CC=0.45-0.55$; $p<0.05$) and moderate to high correlations in the retest ($CC=0.53-0.72$; $p<0.05$). Reliability analysis showed low and non-significant correlations for the time variable, except for the retest between raters ($ICC = 0.25$; $p= 0.02$) and the test-retest correlation for rater 2 ($ICC = 0.30$; $p= 0.01$). In study 2, a progressive and significant reduction ($p<0.05$) in test execution time was observed up to the 4th repetition, indicating an improvement in skill in performing the task; stabilization occurred between the 6th and 9th repetitions ($p>0.05$), suggesting learning. Reapplying the test after 15 minutes showed maintenance of the stabilization data ($p>0.05$), demonstrating retention of the learned task. In the application of the

mirrored test, a significant increase in execution time was observed ($p=0.000$), indicating greater difficulty after increasing the complexity of the task. **Conclusion:** The Digital Trail Making Test proved viable for assessing cognitive and motor function in children, demonstrating adequate validity for the execution time. However, inter-rater reliability measures were limited, indicating the need for longer intervals between reapplications and adjustments to the interface. For the assessment of the acquisition of a visuomotor skill, the results confirmed that the test allows identifying the appropriate amount of practice to train a skill by detecting aspects of learning such as acquisition, consolidation, and retention.

Keywords: motor learning; child; reliability; motor function; rehabilitation; trail making test; validity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características sociodemográficas	35
Tabela 2: Análise da validade para a variável tempo em segundos (Teste).....	36
Tabela 3: Análise da validade para a variável tempo em segundos (Reteste).....	36
Tabela 4: Análise de confiabilidade para a variável tempo em segundos.....	37
Tabela 1: Características socioeconômicas e familiar	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teste de Trilhas aplicado em papel.....	22
Figura 2 - Teste de Trilhas Digital: Primeira parte	26
Figura 3 - Teste de Trilhas Digital: Primeira parte.....	27
Figura 1 - Comparação entre as repetições da tarefa visomotora na variável tempo...	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Aprendizagem Motora
CC	Coeficiente de Correlação (usado nas análises de validade)
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse (usado nas análises de confiabilidade)
DNPM	Desenvolvimento neuropsicomotor
DPM	Desvio Padrão da Medida
IC 95%	Intervalo de Confiança de 95%
HM	Habilidade Motora
KTM	<i>Körperkoordinationstest für Kinder</i>
MABC-2	<i>Movement Assessment Battery for Children – Second Edition</i>
M	Média
OMS	Organização Mundial da Saúde
ST	<i>Stroop Test</i>
TDM	Teste de Desempenho Motor
TMT	<i>Trail Making Test</i> (Teste de Trilhas)
VM	Visomotora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOMOTOR INFANTIL.....	18
2.2	FUNÇÃO VISOMOTORA.....	19
2.3	APRENDIZAGEM MOTORA.....	20
2.4	TESTE DE TRILHAS.....	21
3	OBJETIVO GERAL.....	24
4	METODOLOGIA GERAL.....	25
5	ARTIGO 1.....	29
6	ARTIGO 2.....	44
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
	REFERÊNCIAS.....	61
	ANEXOS.....	67

1 INTRODUÇÃO

A infância é o período fundamental para o desenvolvimento humano, principalmente no que se refere à aquisição e refinamento de habilidades motoras e cognitivas. A evolução humana nessa fase está interligada a alterações fisiológicas relacionadas à maturação biológica, bem como a fatores comportamentais e ambientais (Rodrigues *et al.*, 2022).

O desenvolvimento neuropsicomotor (DNPM) típico está diretamente ligado a integração entre sistemas cognitivos, perceptuais e motores, que sustentam a aquisição de habilidades cada vez mais complexas ao longo da infância (Shi *et al.*, 2022). Entre essas habilidades, destaca-se a visomotora (VM), que é a capacidade de coordenar a percepção visual e a execução motora, sendo sensível aos processos de maturação do sistema nervoso central. O desenvolvimento da habilidade VM é fundamental para tarefas escolares como leitura, escrita, organização espacial, coordenação manual e resolução de atividades que exigem rapidez e alternância de atenção (Tse *et al.*, 2017).

A aprendizagem é caracterizada pelo processo de aquisição e refinamento de habilidades de forma relativamente permanente (Miranda; Silva, 2021). Para que essa aprendizagem ocorra, são necessárias prática e experiência na habilidade por um período suficiente para permitir a retenção e o aperfeiçoamento progressivo a cada tentativa (Shishov *et al.*, 2017; Macedo *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2019). Em particular, a aquisição de uma habilidade visomotora corresponde ao desenvolvimento gradual da capacidade de utilizar as informações visuais para orientar e ajustar o movimento com maior precisão (Colosimo *et al.*, 2021).

O acompanhamento do DNPM da criança é de grande relevância, pois, permite a identificação de alterações em estágios iniciais, favorecendo abordagem precoce adequada e consequente melhora da qualidade de vida, uma vez que este desenvolvimento irá repercutir diretamente nos aspectos sociais e intelectuais da criança (Augusto *et al.*, 2022). Para isso, é fundamental utilizar ferramentas de avaliação padronizadas que permitam a identificação de alterações, auxiliando a escolha de recursos terapêuticos adequados e estabelecimento de prognósticos, bem como no rastreamento e detecção de condições que possam impactar o desenvolvimento infantil (Augusto *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2022).

Diversos tipos de testes, como o Teste de Desempenho Motor (TDM) (Silva *et al.*, 2013), *Movement Assessment Battery for Children* (MABC-2) (Fronza *et al.*, 2020), *Test of Gross Motor Development* (TGMD-2) (Fronza *et al.*, 2020), *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) (Fronza *et al.*, 2020), jogos digitais (Goulart *et al.*, 2022) e o *Trail Making Test* (TMT) na sua forma original em papel ou na versão digital (Capelini, 2017; Lin *et al.*, 2021; Talwar *et al.*, 2020), têm sido utilizados na prática clínica e educacional.

De forma particular, o TMT é um instrumento amplamente utilizado na prática clínica e em pesquisas com avaliação neuropsicológica que envolve múltiplos processos cognitivos e motores devido à sua simplicidade, rapidez e facilidade na aplicação (Souza; França; Campos, 2006). É considerado a principal medida de atenção e a quarta de função executiva (Souza, França, Campos, 2006; Rodrigues *et al.*, 2008; Bracken, 2016), além de avaliar a velocidade de processamento, sequenciamento, habilidades visomotoras, organização espacial (Reitan, 1958; Sánchez-Cubillo *et al.*, 2009) flexibilidade cognitiva, memória de trabalho e controle executivo (Arbuthnott; Frank, 2000; Korte; Horner; Windham, 2002; Stuss *et al.*, 2001).

Recentemente, estudos com versões digitais do Teste de Trilhas para uso em dispositivos móveis têm demonstrado resultados positivos em relação à participação e incentivo do indivíduo, bem como maior desempenho motor, sensorial e cognitivo (Boato *et al.*, 2022; Karimpoor *et al.*, 2017; Lin *et al.*, 2021; Talwar N *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2023). Entretanto, estes estudos enfrentaram limitações relacionadas à confiabilidade do teste devido à fatores como efeito da prática, campo visual restrito que favorece toques involuntários, aumento da dificuldade ao utilizar dispositivos móveis, exigindo maior atenção sustentada, além de desafios na padronização e automatização das análises (Boato *et al.*, 2022; Karimpoor *et al.*, 2017; Lin *et al.*, 2021; Talwar N *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2023). Além disso, é importante ressaltar a escassez de estudos com adaptação do Teste de Trilhas para o público infantil, o que representa uma lacuna significativa na literatura.

2 REVISÃO LITERATURA

2.1 DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOMOTOR

A infância é um período marcado pela elevada plasticidade neural, definida como a capacidade do sistema nervoso de se adaptar a estímulos externos, favorecendo o DNPM (Payne; Isaacs, 2020).

O DNPM é fundamental para a adaptação da criança ao meio em que está inserida e envolve a aquisição de habilidades motoras, cognitivas e sociais. Esse processo engloba a aquisição de movimentos voluntários, coordenação, postura, equilíbrio, percepção sensorial, linguagem, memória, atenção e função executiva (Magalhães *et al.*, 2024), sendo caracterizado como um fenômeno dinâmico e contínuo de maturação do sistema nervoso central influenciado por fatores intrínsecos, biológicos e genéticos, bem como fatores extrínsecos, como nutrição, estímulos e interação social (Lucas *et al.*, 2023).

De forma particular, a aquisição de uma habilidade motora é gradual e ordenada, iniciando-se com os movimentos involuntários do bebê e progredindo para ações mais complexas e direcionadas a um objetivo (Rebelo *et al.* 2020). A primeira infância (0 a 6 anos) é uma fase decisiva, pois nela a criança adquire um amplo repertório de habilidades que possibilita domínio sobre seu próprio corpo (Moretti *et al.*, 2025). Já a segunda infância (6 a 12 anos) é caracterizada pelo desenvolvimento intelectual e adaptativo, com refinamento das habilidades motoras conquistadas e aquisição de habilidades mais complexas que exige maior precisão e coordenação (Bizinotto *et al.*, 2025).

Nos primeiros anos de vida, o desenvolvimento motor exerce influência significativa sobre os domínios cognitivo, social e perceptivo, uma vez que os marcos motores como sentar, engatinhar e caminhar geram efeitos em outras áreas do desenvolvimento que facilitam a aprendizagem, linguagem, percepção visual, interações sociais, exploração e percepção do ambiente. No entanto, a partir dos três anos, essa relação tende a diminuir devido à maior influência de fatores como experiência social, contexto educativo e fatores ambientais (Libertus; Hauf, 2017).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), os principais fatores de risco para alterações no desenvolvimento infantil em países em desenvolvimento incluem desnutrição, deficiência de micronutrientes, estimulação cognitiva

inadequada e doenças infecciosas recorrentes. Fatores biológicos como a prematuridade e o baixo peso ao nascer, também são considerados determinantes no risco de atraso no DNPM. No que se refere aos fatores externos, destaca-se a influência do ambiente familiar e social, que constitui o primeiro espaço de convivência da criança e exerce papel fundamental na oferta de estímulos necessários para a aquisição de habilidades motoras, cognitivas e socioemocionais (Zago *et al.*, 2017). De fato, crianças que crescem em ambientes ricos em experiências motoras têm melhor desempenho em tarefas cognitivas e de autorregulação (Roebbers; Kauer, 2022).

Ainda são poucos os estudos que relatam, de forma global, a prevalência de atraso no DNPM. No Brasil, uma pesquisa realizada pelo Ministério da Saúde em 2023 apontou que cerca de 12% das crianças apresentam algum atraso no DNPM. Essa condição ocorre porque as crianças não conseguem atingir seu potencial máximo de desenvolvimento devido à exposição a riscos biológicos, psicossociais e ambientais, incluindo estimulação inadequada no ambiente doméstico. Esses dados evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e de intervenções precoces, visando promover o desenvolvimento integral da criança (Augusto *et al.*, 2022).

2.2 FUNÇÃO VISOMOTORA

A função visomotora é a capacidade individual de coordenar a visão com os movimentos do corpo, para realizar de forma precisa uma tarefa. Trata-se de um componente do DNPM, em que o sistema nervoso processa a informação visual e a traduz em comandos para o corpo, possibilitando movimentos mais sincronizados (Tse *et al.*, 2017).

O sistema nervoso capta estímulos pelos olhos e os processa no córtex visual, localizado no lobo occipital, o qual identifica as características como forma, direção e velocidade. Em seguida, essas informações são processadas no córtex parietal e córtex pré motor, nos quais são transformadas em um plano de ação adequado a tarefa captada pela percepção visual. Por fim, o comando motor é transmitido para o córtex motor, tronco encefálico e medula espinhal, que ativa as musculaturas necessárias para a resposta, enquanto o cerebelo e os núcleos da base ajustam os movimentos em tempo real por meio do *feedback* visual para garantir precisão, coordenação e fluidez (Tzvi *et al.*, 2021).

No contexto infantil, a habilidade visomotora é essencial para o desempenho de atividades acadêmicas e de vida diária como escrever, desenhar, copiar, recortar, manipular objetos, realizar tarefas de coordenação motora grossa e fina, e executar movimentos que exigem precisão (Ng *et al.*, 2015). Um estudo realizado por Brown *et al.* (2009) demonstrou que 90% das crianças com dificuldade em aprendizagem apresentam alguma alteração na integração visomotora e/ou dificuldades em habilidades motoras finas, na escrita e no manuseio de tesouras. Dessa forma, compreender e avaliar o desempenho visomotor é fundamental para identificar necessidades de intervenção e planejar estratégias para melhorar o aprendizado e o desempenho da criança.

2.2 APRENDIZAGEM MOTORA

A Aprendizagem Motora (AM) é um processo complexo e multifacetado que envolve diferentes adaptações neurais resultantes da prática e da experiência. Trata-se de um processo contínuo de aquisição e refinamento, que evolui da execução consciente e esforçada para movimentos mais fluídos, automáticos e funcionais (Beroukhim-Kay *et al.*, 2022). Este processo pode ser influenciado por fatores internos, como motivação, atenção e memória, e por fatores externos, como a prática orientada, ambiente e experiências diversificadas, resultando em habilidades motoras eficientes, coordenadas e consolidadas (Beroukhim-Kay *et al.*, 2022).

A habilidade motora (HM) é a capacidade individual de realizar um movimento ou ação voluntária como correr, saltar, escrever ou manipular objetos. Pode ser classificada como grossa, que envolve grandes grupos musculares, ou fina, que demanda mais precisão e controle. Trata-se de um componente do DNPM intimamente relacionado à função motora, caracterizada como a capacidade do sistema nervoso de planejar, coordenar e executar movimentos corporais para realizar tarefas com precisão e fluidez, adaptando-se às demandas do ambiente (Hallett, 2024; Krombholz; Li *et al.* 2025). Diferente da AM, que descreve o processo de desenvolvimento, a HM representa a competência efetiva final do indivíduo em realizar determinada ação (Gonzalez *et al.*, 2019).

O processo de AM é compreendido por meio de modelos que integram dimensões comportamentais e neurofisiológicas, desdobrando-se em três estágios sequenciais. O estágio cognitivo ou de aquisição é caracterizado pelo planejamento

da sequência motora mais adequada, apresentando elevado número de erros e alta demanda do sistema nervoso central. Já o estágio associativo ou de consolidação é marcado pela redução significativa de erros, dependência de *feedback* visual e controle cognitivo consciente. Por fim, o estágio autônomo reflete a retenção e a capacidade de adaptação, representando o ápice da aprendizagem, no qual a habilidade, altamente refinada pela prática, é executada de maneira automatizada e com máxima eficiência em seus componentes espaciais e temporais (Santos *et al.*, 2017; Dahms *et al.*, 2020).

A qualidade e a velocidade da AM são influenciadas por uma série de fatores. Como facilitadores, destacam-se a demonstração, o conhecimento dos resultados, o estabelecimento de metas e a prática (Miranda; Silva, 2021). Por outro lado, atuam como fatores limitantes a falta de motivação e atenção, déficits cognitivos, dificuldades de memória, fadiga e problemas de compreensão e verbalização (Rodrigues *et al.*, 2022).

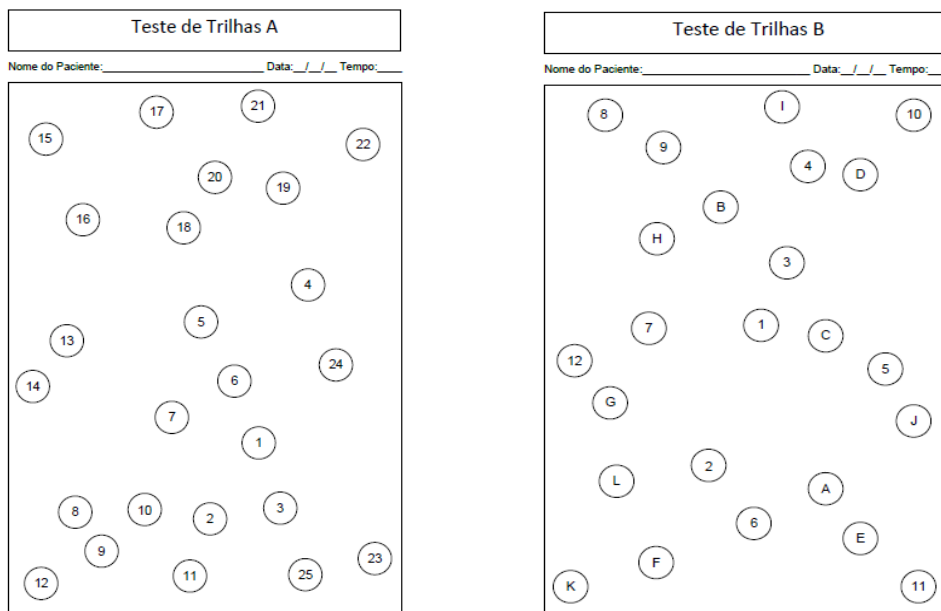
A mensuração do processo de AM deve considerar tanto a execução durante a prática, quanto as mudanças permanentes na capacidade. A medida durante a prática pode ser feita através de parâmetros representativos da habilidade motora, que ofereçam indicadores imediatos como tempo e erros na execução. Já a consolidação da aprendizagem é avaliada pela retenção, verificada após um período sem a prática, e a transferência, caracterizada pela execução da mesma habilidade em contextos modificados, que confirmam a consolidação da habilidade (Magill, 2021).

2.4 TESTE DE TRILHAS

O TMT é um instrumento de avaliação neuropsicológica utilizado para verificar funções cognitivas como atenção sustentada, coordenação visomotoras, memória de trabalho, flexibilidade mental, velocidade de processamento e função motora. O teste é composto por duas partes, sendo: Parte A (TMT-A), em que o indivíduo deve conectar sequencialmente números em ordem crescente (1-2-3-4...) e Parte B (TMT-B), que demanda a alternância entre letras e números em sequência (1-A-2-B-3-C...), exigindo maior habilidade cognitiva. A versão clássica é aplicada com papel e caneta (Figura 1), entretanto, adaptações foram desenvolvidas com objetivo de tornar o

instrumento aplicável a diferentes faixas etárias, níveis de escolaridade e contextos culturais (Tombaugh, 2004).

Figura 1 –Teste de Trilhas aplicado em papel.



Fonte: Adaptado de REITAN, R. M. *Trail Making Test* – 1958

O TMT-A mensura a habilidade visomotora, velocidade de processamento e atenção visual, uma vez que o indivíduo deve localizar e conectar estímulos sequenciais de forma rápida e precisa. Já na TMT-B está diretamente ligado a flexibilidade cognitiva e controle executivo, pois exige que o indivíduo alterne mentalmente entre duas regras distintas, inibindo respostas automáticas e impulsivas (Arbuthnott; Frank, 2000; Ashendorf *et al.*, 2008).

A interpretação do TMT é através do escores brutos das variáveis tempo de execução e número de erros, considerando dados normativos estratificados por idade e nível educacional, com objetivo de interpretar o desempenho da tarefa em populações clínicas e não clínicas. Um tempo prolongado ou alta frequência de erros em ambas as partes sugere comprometimento em processos cognitivos gerais, entretanto, um aumento excessivo entre o tempo do TMT-B em relação ao TMT-A sugere disfunções em função executiva (Tombaugh, 2004; Mitrushina *et al.*, 2005).

O TMT foi originalmente desenvolvido para aplicação em adultos, com o objetivo de avaliar funções executivas, atenção sustentada e habilidades

psicomotoras (Reitan, 1971; Reitan; Wolfson, 1992). No entanto, para possibilitar sua utilização em diferentes faixas etárias, especialmente em crianças em idade escolar com desenvolvimento neuropsicomotor típico e atípico, foram propostas adaptações metodológicas. Entre as principais modificações, destaca-se a substituição das letras por formas geométricas, cores ou figuras, tornando o instrumento mais acessível e adequado ao nível de alfabetização e às capacidades cognitivas dessa população (Espy; Cwik, 2004).

O TMT é originalmente aplicado em versão impressa, entretanto, adaptações digitais têm ampliado suas aplicações, permitindo maior precisão nas medições e novas possibilidades de avaliação e diagnóstico (Park; Schott, 2022; Zhang *et al.*, 2023). No estudo de Baykara *et al.* (2022), realizado com uma amostra de 108 adultos saudáveis com o objetivo de comparar uma versão digital do TMT com a versão padrão em papel, os resultados demonstraram que as o TMT digital é comparável à versão do papel em termos de validade, embora os participantes tenham completado o teste digital de forma mais rápida. Esses achados sugerem que a versão digital do TMT pode ser uma ferramenta eficaz para a avaliação de funções cognitivas e motoras, com vantagens adicionais relacionadas à precisão e ao registro automatizado do desempenho (Baykara *et al.*, 2022).

Cabe ressaltar que, apesar dos avanços nas adaptações digitais do TMT em adultos, ainda há uma escassez de estudos que exploram sua aplicação digital no público infantil, representando uma lacuna relevante na literatura. Nesse sentido, o presente estudo propõe verificar a validade e confiabilidade de uma nova versão digital do Teste de Trilhas, bem como verificar, de forma inédita na literatura, se este teste pode ser utilizado como um instrumento de análise da aquisição de habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho.

3. OBJETIVO GERAL

Verificar a confiabilidade e validade do Teste de Trilhas Digital na avaliação da função visomotora de crianças em idade escolar, bem como averiguar se este teste pode ser utilizado como um instrumento de análise de aquisição de uma habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho.

4. METODOLOGIA GERAL

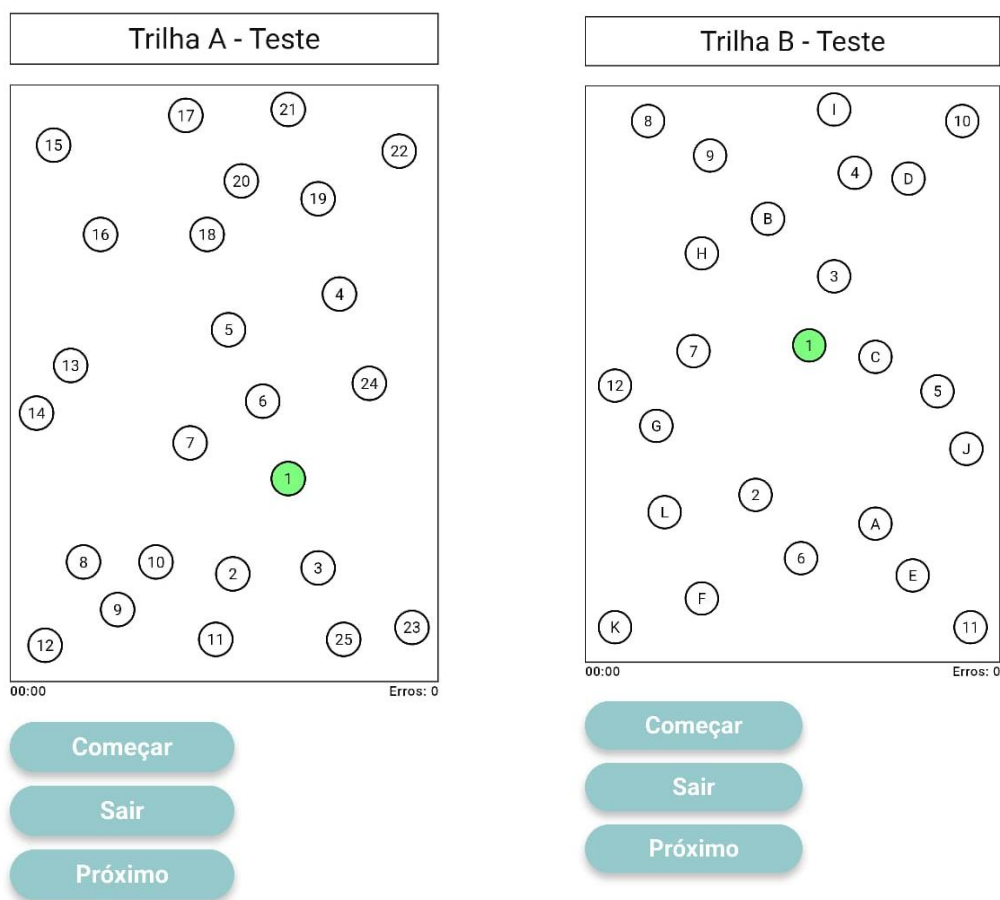
O presente estudo foi dividido em duas etapas com o objetivo final de verificar a confiabilidade, validade e aplicabilidade de um novo instrumento para avaliação da função e ganho de habilidade visomotora. Trata-se de uma versão digital inédita do Teste de Trilhas desenvolvida pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), por meio da plataforma *framework multiplataforma Flutter*, devido a sua estabilidade operacional, facilidade de implementação e compatibilidade com dispositivos de Android e iOS.

Cabe ressaltar que a utilização do instrumento para avaliação da função cognitiva foi testada pelo nosso grupo de pesquisa em outras faixas etárias, sendo este estudo a primeira etapa destinada à população infantil.

O Teste de Trilhas Digital foi inspirado em um teste amplamente reconhecido na literatura científica denominado *Trail Making Test –TMT*. Esse teste é considerado como um dos principais instrumentos para avaliação das funções cognitivas, permitindo avaliar os componentes cognitivos e motores de forma simultânea e independente na execução de uma tarefa.

Na primeira etapa do estudo, foi verificada a validade e confiabilidade do Teste de Trilhas Digital por meio da análise de dois examinadores independentes em condições de teste e reteste após sete dias. Na segunda, cujo objetivo foi verificar se o teste pode ser utilizado como um instrumento de análise da aquisição de uma habilidade visomotora, aplicou-se os estágios cognitivo, associativo e autônomo por meio de repetições, avaliação após pausa de 15 minutos e mudança na tarefa (teste espelhado), ampliando o potencial de aplicabilidade do instrumento em contextos de pesquisas e prática clínica.

Embora tenha sido inspirado diretamente na estrutura e nos princípios conceituais do TMT, o teste digital incorpora novos recursos tecnológicos que ampliam a precisão, a objetividade e o controle experimental da avaliação. O instrumento é dividido em duas partes: Na primeira (figura 2), o teste reproduz o TMT original, em dois ambientes digitais nos quais os participantes conectam círculos numerados (A) e/ou alternam entre números e letras (B) em sequência lógica, seguindo o mesmo raciocínio do teste tradicional em papel.

Figura 2 - Teste de Trilhas Digital: Primeira parte

Fonte: Dos autores

A segunda parte do aplicativo (Figura 3) amplia as possibilidades de uso do teste digital, incorporando telas repetíveis e versão espelhada (invertida) das tarefas A e B. Essa funcionalidade permite a repetição controlada dos estímulos e o acompanhamento da evolução do desempenho, possibilitando a análise dos processos adaptativos característicos da AM. A estrutura digital favorece a observação e mensuração das etapas de aquisição, consolidação, retenção e transferência de habilidades, de acordo com os modelos contemporâneos da AM.

Figura 3 – Teste de Trilhas Digital: Segunda parte

The figure displays six digital trail test panels in a 2x3 grid. Each panel consists of a square grid with a timer (00:00) at the bottom left and an error counter (Erros: 0) at the bottom right. Below each grid are three teal buttons: 'Começar', 'Sair', and 'Próximo'.

- Trilha A - Exemplo:** A grid with points 1-8. Point 1 is green and labeled 'Inicio'. Point 8 is labeled 'Fim'.
- Trilha A1 - Teste:** A grid with points 1-25. Point 1 is green.
- Trilha A1 espelhamento - Teste:** A grid with points 1-25. Point 1 is green.
- Trilha B - Exemplo:** A grid with points 1-4 and letters A, B, C, D. Point 1 is green and labeled 'Inicio'. Point D is labeled 'Fim'.
- Trilha B1 - Teste:** A grid with points 1-12 and letters A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L.
- Trilha B1 espelhamento - Teste:** A grid with points 1-12 and letters A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L.

Fonte: Dos autores

Na primeira etapa do estudo utilizou-se apenas a trilha A da primeira parte do teste para coleta de dados, considerando o desenvolvimento cognitivo-motor

característico da faixa etária utilizada como amostra. Além disso a Parte A do teste avalia predominantemente a habilidade visomotora, uma vez que demanda uma coordenação da percepção visual e execução motora associado a rapidez do processamento visomotor.

Para análise da validade do instrumento foi realizada comparação com o teste original em papel a fim de verificar o grau de correlação e equivalência entre as medidas (Hulley *et al.*, 2015; Field, 2018). Cada participante realizou a parte A do teste em papel (TMT-A) seguido da parte A do teste digital por dois avaliadores independentes. Já a confiabilidade foi verificada através do método de teste e reteste, com intervalo de sete dias entre as aplicações, considerando-se as variáveis tempo de execução. A aplicação em momentos distintos e por avaliadores diferentes permite analisar a estabilidade temporal e a concordância entre os avaliadores (Hulley *et al.*, 2015; Field, 2018).

Na segunda etapa do estudo utilizou-se também apenas a trilha A da segunda parte do teste, a fim de manter a padronização do procedimento e assegurar a comparabilidade entre as fases do estudo. Cada participante foi instruído a realizar a tarefa da tela A durante 10 repetições consecutivas. Após essa etapa, foi ofertada uma atividade de distração de 15 min, seguida da reaplicação da tela A e da tela espelhada, com intuito de se verificar o desempenho nas diferentes fases da AM.

Em síntese, o Teste de Trilhas Digital diferencia-se do teste tradicional em papel por incorporar funcionalidades digitais de alta precisão, como retorno imediato, cronômetro automatizado e registro eletrônico dos dados, minimizando interferências humanas e elevando a fidedignidade dos resultados. Além disso, o teste agrega novos módulos experimentais voltados para avaliação da aquisição da habilidade visomotora.

ARTIGO 1

VALIDADE E CONFIABILIDADE DE UMA VERSÃO DIGITAL DO TESTE DE TRILHAS EM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR: ESTUDO DE PROPRIEDADE DE MEDIDA

Resumo

Introdução: O desenvolvimento cognitivo e motor na infância é influenciado por fatores biológicos, sociais e ambientais, sendo favorecido pela elevada plasticidade cerebral. O *Trail Making Test* (TMT) é um instrumento amplamente utilizado para avaliação da função cognitiva e motora e tem sido adaptado para versões digitais, proporcionando automação, registro sistematizado e análise em tempo real. **Objetivo:** Verificar a confiabilidade e validade de uma versão digital inédita do Teste de Trilhas para avaliação da função visomotora de crianças em idade escolar. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo de propriedade psicométrica de medida com desenvolvimento tecnológico, no qual foram incluídas 30 crianças em idade escolar de 8 a 11 anos e ambos os sexos. A validade foi avaliada por meio da correlação entre a versão digital e o TMT em papel. A confiabilidade do Teste de Trilhas Digital foi avaliada por meio de análises entre avaliadores e com intervalo de 7 dias entre o teste e o reteste. Foram utilizadas correlação de *Spearman* e Coeficiente de Correlação Intraclasse com nível de significância de 0,05 para análise dos resultados. **Resultados:** A análise de validade revelou correlações significativas de baixa a moderada para o tempo de execução no momento do teste (CC=0,45-0,55; $p < 0,05$) e moderada a alta no reteste (CC=0,53-0,72; $p < 0,05$). Na análise de confiabilidade observou-se correlações baixas e não significativas para a variável tempo, com exceção do reteste entre avaliadores (CCI = 0,25; $p = 0,02$) e de teste e reteste para o avaliador 2 (CCI = 0,30; $p = 0,01$). **Conclusão:** O Teste de Trilhas Digital mostrou validade satisfatória para a variável tempo em crianças em idade escolar. A confiabilidade foi inconsistente, destacando a necessidade de intervalos maiores na reaplicação e ajustes na interface. O efeito de prática foi observado no reteste por meio da redução do tempo de execução. De forma geral, o formato digital é viável e promissor para contextos escolares.

Unitermos: criança, função visomotora, avaliação, aprendizagem motora, validação

Abstract

Introduction: Cognitive and motor development in childhood is influenced by biological, social, and environmental factors, and is favored by high brain plasticity. The Trail Making Test (TMT) is a widely used instrument for assessing cognitive and motor function and has been adapted to digital versions, providing automation, systematic recording, and real-time analysis. **Objective:** To verify the reliability and validity of a novel digital version of the Trail Making Test for assessing the visuomotor function of school-aged children. **Materials and methods:** This is a psychometric measurement study using technological development, which included 30 school-aged children of both sexes, aged 8 to 11 years. Validity was assessed through correlation between the digital version and the paper-based Trail Making Test (TMT). The reliability of the Digital Trail Making Test was evaluated through inter-rater reliability with a 7-day interval between the test and retest. Spearman's correlation and Intraclass Correlation Coefficient with a significance level of 0.05 were used to analyze the results. **Results:** Validity analysis revealed significant low to moderate correlations for execution time at the time of testing ($CC=0.45-0.55$; $p<0.05$) and moderate to high correlations in the retest ($CC=0.53-0.72$; $p<0.05$). Reliability analysis showed low and non-significant correlations for the time variable, except for the retest between raters ($ICC = 0.25$; $p= 0.02$) and the test-retest correlation for rater 2 ($ICC = 0.30$; $p= 0.01$). **Conclusion:** The Digital Trail Making Test showed satisfactory validity for the time variable in school-aged children. Reliability was inconsistent, highlighting the need for longer intervals between retests and adjustments to the interface. The practice effect was observed in the retest through a reduction in execution time. Overall, the digital format is viable and promising for school settings.

Keywords: child, visuomotor function, assessment, motor learning, validation

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das funções cognitivas e motoras ocorre durante todo o ciclo de vida de um indivíduo, sendo influenciado por fatores neurobiológicos, ambientais e sociais [1]. Na infância, o bom desenvolvimento dessas funções é fundamental para interação da criança com o meio em que vive, de forma que o entendimento de como essas capacidades se manifestam contribui para o maior conhecimento sobre o desenvolvimento humano, bem como para a identificação precoce de possíveis alterações [2].

Evidências científicas demonstram que a aquisição e aprimoramento das funções cognitivas e motoras estão diretamente ligados à plasticidade cerebral, caracterizada pela capacidade do sistema nervoso de se adaptar à diferentes estímulos [3]. Durante a infância, essa plasticidade é particularmente elevada, o que permite a aquisição, adaptação e aperfeiçoamento das respostas de forma mais intensa [3].

Ferramentas de avaliação da função cognitiva e motora são fundamentais para identificar possíveis alterações de forma precoce, favorecendo o estabelecimento de abordagens adequadas, escolha entre modelos terapêuticos e estabelecimento de prognósticos [1,4,5,6]. Dentre estas ferramentas, pode-se citar o *Trail Making Test* (TMT), que tem como intuito avaliar funções cognitivas como atenção, controle inibitório, velocidade de processamento, flexibilidade cognitiva e funções executivas [7]. Trata-se de um instrumento amplamente utilizado na prática clínica e em pesquisas devido à sua simplicidade, rapidez e facilidade na aplicação [8].

Em especial, a parte A do Teste de Trilhas consiste em conectar, de forma sequencial, números dispostos aleatoriamente (1,2,3..., até 25), exigindo que o indivíduo identifique visualmente cada número, localize-o no espaço e trace uma linha continua até o próximo alvo, sem interromper o movimento. Por envolver uma percepção visual, planejamento do trajeto e a coordenação precisa do movimento manual, a trilha A é considerada uma medida de habilidade visomotora, velocidade de processamento e atenção sustentada [9,10].

O TMT foi originalmente criado para a aplicação com papel e caneta [11,12,13], entretanto, passou também a ser adaptado para versões digitais, demonstrado resultados positivos no incentivo durante a realização do teste, além de oferecer vantagens como a automatização da coleta de dados, redução dos erros na

transcrição de informação e análise do desempenho individual em tempo real^[14,15,16].

Para a realização do presente estudo, utilizou-se uma versão digitalizada inédita do TMT que conserva a disposição espacial, número de pontos e sequência de conexão do TMT, porém incorpora as vantagens de uma plataforma digital, como medidas automáticas e precisas em tempo real, identificação de possíveis falhas, uniformização das instruções de aplicação e registro sistematizado dos dados. Adicionalmente, o aplicativo dispõe de telas específicas voltadas para investigar dimensões da aprendizagem motora, como aquisição, consolidação, retenção e transferência de habilidades com ajustes adaptativos. Essa funcionalidade integrada já vem sendo explorada em outros trabalhos do mesmo grupo de pesquisa.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a confiabilidade e validade de uma versão digital inédita do Teste de Trilhas para a avaliação da função visomotora em crianças em idade escolar.

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de desenvolvimento metodológico, caracterizada como um estudo de validade e confiabilidade de tipo transversal, conduzido em conformidade com as recomendações do COSMIN para avaliação das propriedades psicométricas de instrumentos de medida^[17]. O estudo foi realizado em uma escola municipal na cidade de Elói Mendes –MG de fevereiro a julho de 2025.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) sob o CAAE 82472124.7.0000.5142 e conduzido em conformidade com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, garantindo o respeito à integridade e autonomia dos participantes.

A amostra foi constituída por crianças de 8 a 11 anos, de ambos os sexos, sem experiência prévia na tarefa e lateralidade destra. Excluí-se crianças com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, que apresentassem déficits motores e/ou cognitivos e/ou lateralidade sinistra. A faixa etária foi escolhida com base nos estágios de desenvolvimento neuropsicomotor proposto por Fronza *et al*, sendo o período de 8 a 11 anos caracterizado por intensificação do desempenho da função executiva e maior controle de interferência^[6].

A seleção e caracterização da amostra foi realizada através da aplicação de

um questionário contendo informações sociodemográficas, bem como por meio de instrumentos específicos como o *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé* (AUQEI)^[18] e Teste de Dominância Manual^[19].

A validade de critério e a confiabilidade do Teste de Trilhas Digital foram avaliadas por meio da comparação com a versão em papel (TMT), considerando análises entre avaliadores e teste-reteste, o que permite avaliar tanto a estabilidade temporal quanto a consistência entre examinadores^[20,21], utilizando -se a variável tempo de execução. As avaliações foram conduzidas por dois examinadores treinados não envolvidos diretamente com a pesquisa em condições de teste e reteste. O Avaliador 1 aplicou o TMT impresso em papel A4 e lápis e, em seguida, o teste na versão digital com auxílio de um tablet. 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.

Foram utilizadas duas salas independentes, cada uma com um avaliador. Cada voluntário foi posicionado de forma confortável, sentado em frente a uma mesa onde estava disponível o dispositivo móvel. O avaliador 1 utilizou o Tablet Samsung Galaxy Tab S6 Lite (SM-P620), com tela de 10,4 polegadas, sistema operacional Android, processador Octa-core, conectividade 4G e Wi-Fi, e S Pen, enquanto o avaliador 2 utilizou o Samsung Galaxy Tab S9 FE (SM-X510), com tela de 10,9 polegadas, sistema operacional Android, processador Octa-core, conectividade 5G e Wi-Fi, também com S Pen.

O teste na sua forma original (TMT) possui duas partes, sendo que a parte A (TMT-A) possui números de ordem crescente para serem conectados e a parte B (TMT-B) contém números e letras em sequência alternada a serem conectados, exigindo maior demanda executiva^[9,10,11].

A versão digital do Teste de Trilhas, utilizado no presente estudo foi desenvolvida pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), por meio da plataforma *framework multiplataforma Flutter*, devido a sua estabilidade operacional, facilidade de implementação e compatibilidade com dispositivos de Android e iOS, e possui as mesmas características do teste original em papel, com as vantagens de uma plataforma digital, como medidas automáticas e precisas em tempo real, identificação de possíveis falhas, uniformização das instruções de aplicação e registro sistematizado dos dados.

Para a realização deste estudo, utilizou-se apenas a trilha A do TMT e do Teste

Digital para coleta de dados, considerando o desenvolvimento cognitivo-motor característico da faixa etária utilizada como amostra.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A verificação de valores discrepantes (*outliers*) foi realizada por meio da avaliação direta dos valores individuais presentes nas tabelas de análises. Foram removidos apenas os valores que apresentavam discrepâncias extremas e incompatíveis com o desempenho esperado, indicando possível erro de execução. Esse procedimento seguiu recomendações psicométricas para garantir a qualidade dos dados.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Devido à natureza não paramétrica dos dados, utilizou-se o Coeficiente de Correção de *Sperman* para verificar a validade do instrumento. A magnitude da validade de critério foi classificada como: < 0,30 = insignificante; 0,30–0,50 = baixa; 0,50–0,70 = moderada; > 0,70 = alta; > 0,9 correlação muito alta [22]. A confiabilidade foi analisada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), cuja interpretação seguiu os critérios: < 0,50 = baixa; 0,50–0,75 = moderada; 0,75–0,90 = boa; e > 0,90 = excelente[23]. Foram calculados erros de medida, incluindo Erro Padrão da Medida (EPM) e a Mínima Mudança Detectável (MMD). Todas as análises foram processadas no software SPSS versão 20.0 com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Inicialmente, 310 crianças foram convidadas a participar do estudo, conforme lista fornecida pela escola. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 251 crianças foram excluídas: 31 por idade incompatível com a faixa etária definida, 23 por apresentarem déficits motores e/ou cognitivos anteriormente diagnosticados, 26 por lateralidade esquerda, 133 por não terem devolvido os termos de consentimento e assentimento assinados e 10 por terem participado do estudo piloto. Durante a fase de coleta de dados, 28 crianças não compareceram para a realização do teste. Além disso, na etapa de análise de dados, 19 participantes foram removidos por apresentarem valores discrepantes (*outliers*) incompatíveis com a execução adequada da tarefa. Assim, a amostra final foi composta por 30 crianças, cujas

características sociodemográficas estão apresentadas na Tabela 1.

A idade média dos participantes foi de 9,16 anos, com uma predominância do sexo masculino (53,3%). No questionário *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé* (AUQEI) de qualidade de vida, verificou-se média acima do ponto de corte, de 53,03 pontos.

Tabela 1: Características sociodemográficas

Características	Participantes (n=49)	
	% (n)	Média ± DPM
Sexo		
Feminino	46,66% (n=14)	-
Masculino	53,33% (n=16)	-
Ano Escolar		
2º ano	10% (n=3)	-
3º ano	20% (n=6)	-
4º ano	40% (n=12)	-
5º ano	30% (n=9)	-
Escolaridade dos Responsáveis		
5ª a 8ª série	40% (n=12)	-
Ensino Médio	43,33% (n=13)	-
Ensino superior	10% (n=3)	-
Pós-graduação	6,66% (n=2)	-
Renda Familiar		
Abaixo de 1 salário	6,66% (n=2)	-
Entre 1 a 3 salários	86,66% (n=26)	-
Entre 3 a 5 salários	3,33% (n=1)	-
Acima de 5 salários	3,33% (n=1)	-
Irmãos		
Sim	90% (n=27)	-
Não	10% (n=3)	-
Idade (anos)	-	9,16 ± 0,83
AUQEI	-	53,03 ± 6,18

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média. AUQEI = *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé*.

A Tabela 2 apresenta os resultados da validade para a variável tempo em segundos. Observou-se correlações positivas e significativas entre os instrumentos para ambos os avaliadores, com coeficientes de correlação baixa a moderada (0,45 a 0,55) na parte A do teste, indicando consistência nas medições. No reteste após 7 dias (Tabela 3), observou-se correlação positiva significativa para ambos os avaliadores com consistência moderada a alta (0,53 a 0,72).

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

	Avaliador 1	Avaliador 2
	M ± DPM	M ± DPM
	IC	IC
Papel A	0,56 ± 0,29	0,39 ± 0,19
	0,45 a 0,67	0,33 a 0,44
Aplicativo A	0,67 ± 0,30	0,41 ± 0,15
	0,55 a 0,78	0,35 a 0,47
CCS (p)	0,55 (0,001) *	0,45 (0,011) *

Legenda: M ± DPM = Média ± Desvio Padrão da Média; IC = Intervalo de Confiança de 95%; CCS= Coeficiente de Correlação de *Spearman*; 0,31 a 0,5 = correlação fraca; 0,51 a 0,7 = correlação moderada; 0,71 a 0,9 = correlação alta; > 0,9 correlação muito alta. *p < 0,05 (correlação significativa ao nível de 5%).

Tabela 3: Análise da validade para a variável tempo em segundos (reteste).

	Avaliador 1	Avaliador 2
	M ± DPM	M ± DPM
	IC	IC
Papel A	0,36 ± 0,19	0,27 ± 0,079
	0,29 a 0,44	0,24 a 0,34
Aplicativo A	0,41 ± 0,14	0,30 ± 0,081

	0,35 a 0,46	0,27 a 0,33
CCS (p)	0,53 (0,003) *	0,72 (0,000) *

Legenda: M \pm DPM = Média \pm Desvio Padrão da Média; IC = Intervalo de Confiança de 95%; CCS= Coeficiente de Correlação de Spearman: 0,31 a 0,5 = correlação fraca; 0,51 a 0,7 = correlação moderada; 0,71 a 0,9 = correlação forte; > 0,9 correlação muito forte. *p < 0,05 (correlação significativa ao nível de 5%).

A tabela 4 apresenta os resultados da confiabilidade para as medidas de tempo no teste e reteste. Observou-se ampla variação das médias variando de $0,67 \pm 0,30$ a $0,30 \pm 0,081$ entre avaliadores tanto no teste quanto no reteste. No teste os valores de CCI foram inferiores a 0,50 (CCI=0,12), com EPM de 0,222 e MMD de 0,615, indicando baixa consistência entre os avaliadores. No reteste, o CCI entre os avaliadores foi de 0,25 (p=0,026), com EPM de 0,098 e MMD de 0,273, apresentando significância estatística, porém baixa confiabilidade. Na análise entre os momentos (teste-reteste) os valores permanecem com baixa confiabilidade, com significância apenas para avaliador 2 (CCI = 0,30; p = 0,01).

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

	Avaliador 1	Avaliador 2	CCI (p)	EPM	MMD
	M \pm DPM IC	M \pm DPM IC			
Teste A	$0,67 \pm 0,30$ 0,55 a 0,78	$0,41 \pm 0,15$ 0,35 a 0,47	0,12 (0,15)	0,222	0,615
Reteste A	$0,41 \pm 0,14$ 0,35 a 0,46	$0,30 \pm 0,081$ 0,27 a 0,33	0,25 (0,026)*	0,098	0,273
CCI (p)	0,09 (0,22)	0,30 (0,01) *	-	-	-
EPM	0,223	0,100	-	-	-
MMD	0,618	0,279	-	-	-

Legenda: M \pm DPM = Média \pm Desvio Padrão da Média; IC = Intervalo de Confiança de 95%; CC = Coeficiente de Correlação de Interclasse: < 0,50= Baixa confiabilidade; 0,50 a 0,75 = Confiabilidade moderada; 0,75 a 0,90 = Boa confiabilidade; > 0,90: Excelente confiabilidade. EPM = Erro Padrão de Medida; MMD = Mínima Mudança Detectável. *p < 0,05 (correlação significativa ao nível de 5%).

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a validade e a confiabilidade de uma versão digital inédita do Teste de Trilhas em crianças em idade escolar, considerando a variáveis tempo de execução.

A amostra foi composta por 30 escolares destros, de ambos os sexos, com idade média de $9,16 \pm 0,83$ anos, predominantemente do 4º ano do ensino fundamental. A faixa etária dos participantes corresponde a uma fase importante do desenvolvimento motor e cognitivo, caracterizada pelo aperfeiçoamento das habilidades visomotoras, da coordenação bimanual e do controle atencional.^[6,24,25]

A pontuação média obtida no questionário AUQEI (53,03 pontos) foi acima do ponto de corte, indicando boa percepção de qualidade de vida entre os participantes^[18]. Este dado pode ter influenciado de forma positiva a compreensão e realização do teste pelos participantes, uma vez que condições favoráveis de qualidade vida estão associadas a melhores oportunidades de estímulo cognitivo e motor, e maior acesso a recursos educacionais e tecnológicos^[26]

A adaptação digital do Teste de Trilhas utilizada no presente estudo reproduz fielmente a estrutura lógica do teste em papel, preservando os seus princípios fundamentais e possibilitando a comparabilidade entre as versões. Além disso, permite a automatização do registro e processamento dos dados, oferecendo *feedback* imediato sobre o tempo de execução e a ocorrência de erros, o que possibilita ajustes de desempenho em tempo real. Assim como outras versões digitais já consolidadas na literatura^[5,13,14,15], esta versão representa um avanço na modernização dos instrumentos neuropsicológicos. Entretanto, diferentemente das demais adaptações digitais, que frequentemente modificam elementos do formato ou da dinâmica da tarefa, o teste utilizado neste estudo é, até o momento, o único que mantém a organização de estímulos, regras, pontuação e sequência de execução do TMT original.

A escolha do tempo de execução como variável principal fundamenta-se na estrutura original do *Trail Making Test* (TMT), cuja métrica central é expressa exclusivamente em segundos. No estudo pioneiro de validação discriminante do TMT, Reitan (1958) realizou comparação entre adultos saudáveis e adultos com dano cerebral exclusivamente pelo tempo necessário para concluir a tarefa, uma vez que essa medida reflete de forma integrada processos de velocidade de processamento,

atenção sustentada, rastreamento sequencial e habilidade visomotora^[27]. Dessa forma, o tempo de execução constitui o indicador primário de desempenho no TMT e permanece como referência fundamental para estudos contemporâneos e adaptações do instrumento.

No que se refere à validade de critério da variável tempo, observou-se correlações moderadas significativas entre as versões em papel e digital, indicando consistência aceitável entre os métodos e sugerindo que o formato digital foi capaz de mensurar a variável tempo de forma semelhante ao teste tradicional. Esses resultados estão alinhados a outros estudos com adaptações do Teste de Trilhas para versão digital, nos quais também foram encontradas correlações moderadas^[15,28,29]. De acordo com a literatura, a ausência de correlações mais robustas pode estar associada ao ajuste diferenciado do controle visomotor, à precisão do toque e à maior exigência na atenção sustentada no dispositivo móvel em comparação com o papel^[15,28,29], o que pôde ser confirmado neste estudo pelo maior tempo de execução do teste no aplicativo.

No reteste, após sete dias, os valores de tempo de execução são menores em comparação ao teste, tanto para a aplicação em papel, quanto no aplicativo. Além de um aumento consistente na força das correlações, especialmente para o Avaliador 2, cujo coeficiente atingiu 0,72, caracterizando uma correlação forte. Esse padrão de melhora sugere um possível efeito de familiarização com a tarefa ou com o dispositivo digital, reduzindo a variabilidade entre as medidas e aumentando a precisão na comparação entre instrumentos. Conforme descrito por Park e Schott, os quais observaram redução progressiva do tempo em aplicações repetidas do teste digital, evidenciando o papel das estratégias cognitivas e motoras para melhora na execução de uma tarefa^[14].

Na análise da confiabilidade na medida da variável tempo os valores apresentam baixa consistência entre avaliadores e entre teste e reteste. Além disso, verificou-se uma diminuição progressiva das médias de tempo entre a primeira e a última execução, indicando melhora no desempenho ao longo das aplicações. Esses resultados são compatíveis com as evidências apresentadas por Buck *et al* (2008), cujo estudo investigou os efeitos da prática em diferentes versões do Teste de Trilhas aplicadas a 229 participantes em três sessões, com intervalos semanais. Os autores demonstraram que o tempo de execução melhora de 15-30% entre o reteste e terceira aplicação quando comparado ao teste inicial, confirmando forte efeito de prática devido a familiarização com a tarefa^[30,31]. Esses achados sugerem que, em intervalos

curtos, parte da variação observada pode estar relacionada ao processo de adaptação dos participantes ao teste, o que influencia as estimativas de confiabilidade, mesmo quando o instrumento é aplicado de forma objetiva em formato digital.

Este estudo é pioneiro na investigação da validade e a confiabilidade de um Teste de Trilhas Digital idêntico ao teste realizado em papel, direcionado a crianças em idade escolar. Estudos prévios concentram-se predominantemente na população adulta ou com alguma condição clínica diagnosticada [14,15,29,30]. Assim, os resultados desta pesquisa contribuem de forma inédita para o campo da avaliação neuropsicológica infantil.

Apesar das contribuições inéditas do presente estudo, algumas limitações devem ser consideradas. A amostra foi composta por crianças de uma única escola, o que compromete a generalização dos achados para outros contextos. Além disso, o estudo utilizou uma semana de intervalo entre as aplicações, caracterizado como um intervalo curto para um teste que é sensível ao efeito de prática, conforme demonstrado em outros estudos da literatura.

Futuros estudos podem ampliar a aplicação do Teste de Trilhas Digital em amostras maiores e mais diversificadas, garantindo a generalização dos resultados. Além disso, sugere-se empregar intervalos maiores ou variados para reduzir ou eliminar a persistência dos efeitos da prática ao longo do tempo para uma possível análise de confiabilidade.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que o Teste de Trilhas Digital apresenta validade satisfatória para a medida de tempo de crianças em idade escolar. A confiabilidade foi inconsistente, indicando necessidade de intervalos maiores para reaplicação e aprimoramento da interface digital. A redução no tempo de execução no reteste confirma o efeito de prática descrito na literatura. Apesar dessas limitações, o formato digital mostrou-se viável e promissor para uso em contextos escolares.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues LM, Gama MCT, Ferracioli-Gama MC. Effect of integrative neuromuscular training on physical fitness and motor coordination of students. *Coleção Pesquisa em Educação Física*. 2022;21(3):31-8.
2. Shi P, Feng X. Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: relationship, mechanism and perspectives. *Front Psychol*. 2022;13:1017825.
3. Payne VG, Isaacs LD. Human motor development: a lifespan approach. 10th ed. New York: Routledge; 2020.
4. Augusto MV, *et al*. Experiência de aplicação da Escala de Desenvolvimento Motor em crianças da educação infantil. *Rev Interação Interdisciplinar*. 2022;1(2):61-76.
5. Silva TD, *et al*. Aprendizagem motora em tarefa virtual na Paralisia Cerebral. *Temas Desenvolv*. 2013;104:47-53.
6. Fronza FC. *et al*. Intervenção com exergames. *Educ Temat Digit*. 2020;22(1):202-17.
7. Venturieri C, Silva LDP, Lunkes S, Stutz LP, Dias NM. Avaliação de funções executivas em pré-escolares: revisão de escopo da literatura brasileira. *Neuropsicol Latinoam*. 2023;15(1):31-44.
8. Souza DE. *et al*. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(3):355-60.
9. 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.
10. Ashendorf L. *et al*. 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.
11. Reitan RM. Trail Making Test results for normal and brain-damaged children. *Percept Mot Skills*. 1971;33(2):575-81. doi:10.2466/pms.1971.33.2.575.
12. Reitan RM, Wolfson D. A short screening examination for impaired brain functions in early school-age children. *Clin Neuropsychol*. 1992;6:287-94.
13. 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.

14. 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;29:1208-20. doi:10.1080/23279095.2020.1864374.
15. Baykara E, *et al*. Validation of a digital, tablet-based version of the Trail Making Test in the Δ elta platform. *Eur J Neurosci*. 2022;55:461-7. doi:10.1111/ejn.15541.
16. Zhang W, *et al*. Combination of paper and electronic Trail Making Tests for automatic analysis of cognitive impairment: development and validation study. *J Med Internet Res*. 2023;25:42637. doi:10.2196/42637.
17. Mokkink, LB, de Vet, HCW, Prinsen, CAC *et al*. Lista de verificação COSMIN de risco de viés para revisões sistemáticas de medidas de desfecho relatadas pelo paciente. *Qual Life Res* 27, 1171–1179 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11136-017-1765-4>
18. Assumpção Junior FB, *et al*. Escala de avaliação de qualidade de vida (AUQEI): validade e confiabilidade de uma escala para qualidade de vida em crianças de 4 a 12 anos. *Arq Neuropsiquiatr*. 2000;58(1):119-27.
19. De Lucena N, *et al*. Lateralidade manual, ocular e dos membros inferiores e sua relação com déficit de organização espacial em escolares. *Estud Psicol*. 2010;27(1):3–11.
20. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Newman TB. *Designing clinical research*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
21. Field A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 5th ed. London: Sage; 2018.
22. 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.
23. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-63. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012. Erratum in: *J Chiropr Med*. 2017;16(4):346. doi:10.1016/j.jcm.2017.10.001.
24. Bizinotto T, *et al*. Habilidades motoras de crianças saudáveis de seis a 12 anos: revisão sistemática. *Motricidade*. 2022;18(1):1-15.
25. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway JD. *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2019.

26. Chilambwe L. Impacts of socioeconomic factors on cognitive development among young learners: a case study of a selected primary school in Luanshya District, Zambia. *Int J Multidiscip Res.* 2025;7(1):1-54.
27. 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.
28. Fellows RP, Dahmen J, Cook D, Schmitter-Edgecombe M. Multicomponent analysis of a digital Trail Making Test. *Clin Neuropsychol.* 2016;31(1):154-67. doi:10.1080/13854046.2016.1238510.
29. Dahmen J, *et al.* An analysis of a digital variant of the Trail Making Test using machine learning. *Technol Health Care.* 2016;24(3):1-14.
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. Alharbi ASM, Smith AB, Johnson CD, *et al.* An examination of the long-term effects of repetitive cognitive testing conducted frequently on healthy adults. *J Cogn Neurosci.* 2023;25(4):415-28. doi:10.1234/jcn.20.

ARTIGO 2

TESTE DE TRILHAS DIGITAL COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE DA AQUISIÇÃO DE UMA HABILIDADE VISOMOTORA DE CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR – ESTUDO TRANSVERSAL

Resumo

Introdução O desenvolvimento neuropsicomotor infantil envolve a integração de funções motoras, cognitivas e perceptivas, sendo fundamental para a adaptação da criança ao ambiente. Entre essas funções destaca-se a visomotora, que depende da coordenação entre percepção visual e execução motora, influenciando diretamente o desempenho escolar, a autonomia funcional e a participação social. A aquisição de habilidades envolve o processo de aprendizagem, caracterizado por aquisição e consolidação, evoluindo de movimentos conscientes para automáticos. O *Trail Making Test* (TMT) é um instrumento amplamente utilizado para avaliação neuropsicológica e tem sido adaptado para versões digitais, entretanto, não há estudos na literatura sobre a possibilidade de sua utilização para análise da aquisição de uma habilidade visomotora. **Objetivo:** Averiguar se uma versão digital inédita do Teste de Trilhas pode ser utilizada como um instrumento de análise de aquisição de uma habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo metodológico transversal e quantitativo realizado com crianças de 8 a 11 anos, destros e sem déficits motores ou cognitivos. Os participantes realizaram 10 repetições de uma versão digital inédita do Teste de Trilhas. Após 15 minutos de uma tarefa de distração, a tarefa foi reaplicada e complementada com versão espelhada, a fim de avaliar a retenção e a transferência de aprendizagem, respectivamente. **Resultados:** A amostra foi composta por 30 crianças destros, com idade média de 9,2 anos e predominância do sexo feminino. Observou-se redução progressiva e significativa no tempo de execução do teste digital até a 4ª repetição, seguida por períodos de estabilização entre a 6ª e 9ª repetições, indicando aquisição e consolidação da habilidade motora. Após 15 minutos de distração, a avaliação mostrou manutenção dos dados, demonstrando retenção da habilidade adquirida. A realização da tarefa espelhada mostrou aumento significativo do tempo de execução, indicando maior demanda cognitiva decorrente do aumento da complexidade da

tarefa, entretanto, não retornou aos valores iniciais, sugerindo transferência da habilidade. **Conclusão:** O Teste de Trilhas Digital mostrou-se sensível e aplicável para avaliar a aquisição de uma habilidade visomotora em crianças em idade escolar.

Unitermos: reabilitação, visomotora, avaliação, aprendizagem motora, criança

Abstract

Introduction: Child neuropsychomotor development involves the integration of motor, cognitive, and perceptual functions, and is fundamental for the child's adaptation to the environment. Among these functions, visuomotor skills stand out, depending on the coordination between visual perception and motor execution, directly influencing school performance, functional autonomy, and social participation. The acquisition of skills involves the learning process, characterized by acquisition and consolidation, evolving from conscious to automatic movements. The Trail Making Test (TMT) is a widely used instrument for neuropsychological assessment and has been adapted to digital versions; however, there are no studies in the literature on the possibility of its use for analyzing the acquisition of a visuomotor skill. **Objective:** To investigate whether a previously unreleased digital version of the Trail Making Test can be used as an instrument for analyzing the acquisition of a visuomotor skill through performance stabilization. **Materials and methods:** This is a cross-sectional and quantitative methodological study conducted with right-handed children aged 8 to 11 years, without motor or cognitive deficits. Participants performed 10 repetitions of a novel digital version of the Trail Making Test. After a 15-minute distraction task, the task was reapplied and supplemented with a mirrored version, in order to assess retention and transfer of learning, respectively. **Results:** The sample consisted of 30 right-handed children, with a mean age of 9.2 years and a predominance of females. A progressive and significant reduction in the execution time of the digital test was observed until the 4th repetition, followed by periods of stabilization between the 6th and 9th repetitions, indicating acquisition and consolidation of the motor skill. After 15 minutes of distraction, the evaluation showed maintenance of the data, demonstrating retention of the acquired skill. The performance of the mirrored task showed a significant increase in execution time, indicating greater cognitive demand resulting from the increased complexity of the task; however, it did not return to the initial values, suggesting transfer of the skill. **Conclusion:** The Digital Trail Making Test proved to

be sensitive and applicable for assessing the acquisition of a visuomotor skill in school-aged children.

Keywords: rehabilitation, visuomotor skills, assessment, motor learning, child

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento neuropsicomotor infantil representa um processo contínuo e dinâmico, que integra aquisições motoras, cognitivas e sociais essenciais para a adaptação e interação da criança com o meio^[1]. Durante a infância, especialmente nas fases iniciais, o sistema nervoso central apresenta elevada plasticidade, permitindo a aquisição e o refinamento de habilidades motoras e cognitivas por meio da prática e da experiência^[2]. Essa relação entre cognição e movimento tem sido amplamente destacada na literatura, evidenciando que o desempenho motor adequado contribui para o aprimoramento de funções executivas e para a aprendizagem em diferentes contextos^[3].

Dentre as várias habilidades adquiridas durante o desenvolvimento neuropsicomotor, destaca-se a visomotora (VM), que é a capacidade de coordenar a percepção visual e a execução motora, sendo sensível aos processos de maturação do sistema nervoso central. O desenvolvimento da habilidade VM é fundamental para atividades do cotidiano e do ambiente como leitura, escrita, organização espacial, coordenação manual e resolução de atividades que exigem rapidez e alternância de atenção. O adequado desenvolvimento visomotor está associado ao desempenho acadêmico, à participação social e à autonomia funcional, tornando sua avaliação essencial para compreender como a criança processa e transforma informações visuais em ações eficientes^[4,5].

A aprendizagem motora é compreendida como um processo de aquisição e consolidação de novas habilidades resultante da prática sistemática, caracterizando-se pela transição de movimentos conscientes para ações automatizadas. Esse processo pode ser influenciado tanto por fatores intrínsecos, como motivação e atenção, quanto por fatores extrínsecos, como ambiente e tipo de prática^[6]. Modelos teóricos descrevem esse fenômeno em etapas como aquisição, consolidação, retenção e transferência, nas quais o indivíduo gradualmente refina o desempenho, reduz erros e aumenta a precisão e a fluidez dos movimentos^[7,8].

Diversos instrumentos são utilizados para a avaliação do desempenho motor

infantil, como o *Movement Assessment Battery for Children* (MABC-2), que investiga habilidades motoras finas e grossas^[9] e o *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* (BOT-2), que avalia o desempenho motor em tarefas repetidas, possibilitando observar ganhos de aprendizagem ao longo da prática^[10].

Para a avaliação aquisição de uma habilidade visomotora é necessário um instrumento capaz de verificar simultaneamente os aspectos cognitivos e motores, permitindo acompanhar o desempenho em tempo real e a evolução das respostas durante o processo de execução^[6,7]. Entretanto, ainda são escassos os estudos voltados para o desenvolvimento de instrumentos capazes de avaliar a estabilização do comportamento visomotor, ou seja, o momento em que o desempenho de uma habilidade se torna consistente e resistente a interferências externas. Isso ocorre, devido à dificuldade em integrar diferentes componentes da atividade visomotora, como coordenação, planejamento e controle, em uma única tarefa^[11].

O *Trail Making Test* (TMT) é amplamente reconhecido como uma ferramenta de avaliação neuropsicológica que envolve execução de uma habilidade gráfica, permitindo medir componentes de atenção, velocidade de processamento, controle inibitório, flexibilidade cognitiva e coordenação visomotora^[12]. Originalmente elaborado em formato de papel e lápis^[11], o TMT exige que o indivíduo conecte uma sequência de pontos numerados ou alternados entre números e letras, avaliando, assim, múltiplos processos cognitivos e motores de maneira integrada^[13,14].

Com o avanço das tecnologias digitais, versões informatizadas do TMT começaram a ser desenvolvidas, oferecendo novas possibilidades de análise e aplicação. A transposição para o meio digital permite maior precisão na mensuração do tempo de execução e dos erros, padronização das instruções e registro automático dos dados, além de favorecer o engajamento e a motivação dos participantes^[15,16,17].

Assim, o presente estudo teve como objetivo averiguar se uma versão digital inédita do Teste de Trilhas poderá ser utilizada como um instrumento de análise de aquisição de uma habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e de abordagem quantitativa, conduzido em conformidade com as recomendações do STROBE^[17], cujo o objetivo foi analisar a aplicabilidade do Teste de Trilhas Digital e sua sensibilidade na detecção

das diferentes fases da aprendizagem de uma habilidade visomotora. O estudo foi realizado em uma escola municipal na cidade de Elói Mendes –MG, de fevereiro a julho de 2025.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) sob o CAAE 82472124.7.0000.5142 e conduzido em conformidade com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, garantindo o respeito à integridade e autonomia dos participantes.

A amostra foi constituída por 30 participantes de 8 a 11 anos, ambos os sexos, sem experiência previa na tarefa e lateralidade destra. Exclui-se crianças com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, com déficits motores e/ou cognitivos e lateralidade sinistra. A faixa etária foi escolhida com base nos estágios de desenvolvimento neuropsicomotor proposto por Fronza *et al*, segundo o qual no período de 8 a 11 anos ocorre uma intensificação do desempenho da função executiva e maior controle de interferência^[19].

A seleção e caracterização da amostra foi realizada através da aplicação de um questionário contendo informações sociodemográficas, bem como por meio de instrumentos específicos como o *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé* (AUQEI)^[20] e Teste de Dominância Manual^[21] com objetivo de favorecer futuras discussões sobre os resultados.

A versão digital do Teste de Trilhas, utilizado no presente estudo foi desenvolvida pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), por meio da plataforma *framework multiplataforma Flutter*, devido a sua estabilidade operacional, facilidade de implementação e compatibilidade com dispositivos de Android e iOS, e possui as mesmas características do teste original em papel, com as vantagens de uma plataforma digital, como medidas automáticas e precisas em tempo real, identificação de possíveis falhas, uniformização das instruções de aplicação e registro sistematizado dos dados. Além disso, o Teste Digital apresenta uma tela adicional, na qual é possível realizar a repetição do teste de forma consecutiva, favorecendo a aquisição e consolidação da habilidade, bem como uma tela espelhada (invertida), permitindo a análise do processo de transferência da habilidade.

Neste estudo utilizou-se apenas a trilha A do Teste Digital para coleta de dados, considerando o desenvolvimento cognitivo-motor característico da faixa etária utilizada como amostra. A Trilha A exige identificação sequencial de estímulos,

percepção visual eficiente, planejamento do percurso e coordenação motora fina para execução do trajeto. Esses componentes tornam essa tarefa uma medida sensível da habilidade visomotora, além de envolver processos de velocidade de processamento e atenção sustentada^[22,23].

Para a coleta de dados, cada participante foi posicionado de forma confortável, sentado em frente a uma mesa onde estava disponível um *Tablet Samsung Galaxy Tab S6 Lite (SM-P620)*, com tela de 10,4 polegadas, sistema operacional Android, processador Octa-core, conectividade 4G e Wi-Fi, e caneta S Pen. Inicialmente, os participantes receberam instruções sobre como realizar a tarefa, assegurando compreensão completa do procedimento. Cada criança realizou 10 repetições consecutivas da tarefa, enquanto o aplicativo registrava automaticamente o tempo de execução do teste.

Após as repetições, os participantes realizaram uma atividade de distração de 15 minutos, durante a qual assistiram a um desenho disponível online. Essa atividade foi realizada em um *notebook* com processador Intel Core i3-5005U, 4 GB de RAM, placa de vídeo Intel HD Graphics 5500 e armazenamento SSD de 224 GB. Em seguida, o teste foi reaplicado, permitindo a avaliação da retenção da habilidade, seguido da realização da tela espelhada, permitindo avaliar a transferência da habilidade aprendida.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados no Excel e analisados por um pesquisador independente. Para as variáveis descritivas, utilizaram-se porcentagens, médias e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, e devido à natureza não paramétrica dos dados, aplicou-se o teste de *Friedman* com medidas repetidas, com intuito de comparar o desempenho das crianças ao longo das diferentes repetições da tarefa. Comparações entre pares de repetições foram realizadas utilizando o teste de *Wilcoxon*. As análises foram realizadas no SPSS V20.0, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Inicialmente, 291 crianças foram convidadas a participar do estudo, de acordo

com a lista de alunos disponibilizada pela escola. Destas, 251 foram excluídas após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão: 31 por idade incompatível com a faixa etária definida, 23 por apresentarem déficits motores e/ou cognitivos anteriormente diagnosticados, 26 por lateralidade esquerda, 133 por não terem devolvido os termos de consentimento e assentimento assinados e 10 por terem participado do estudo piloto. Durante a fase de coleta de dados, 28 crianças não compareceram para a realização do teste. A amostra final foi de 30 participantes cujas características socioeconômicas são apresentadas na Tabela 1.

Foi observado que a idade média dos participantes foi de 9,2 anos, com uma predominância do sexo feminino (60%). No questionário *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé* (AUQEI) de qualidade de vida, verificou-se uma média acima do ponto de corte, de 50,23 pontos.

Tabela 1: Características socioeconômicas e familiar

Características	Participantes (n=30)	
	% (n)	Média ± DPM
Sexo		
Feminino	60,00% (n=18)	-
Masculino	40,00% (n=12)	-
Ano Escolar		
3° ano	33,33% (n=10)	-
4° ano	20,00% (n=6)	-
5° ano	46,66% (n=14)	-
Escolaridade dos Responsáveis		
1ª a 4ª série	10,00% (n=3)	-
5ª a 8ª série	13,33% (n=4)	-
Ensino Médio	56,66% (n=17)	-
Ensino superior	20,00% (n=6)	-
Renda Familiar		
Abaixo de 1 salário	13,33% (n=4)	-
Entre 1 a 3 salários	63,33% (n=19)	-
Entre 3 a 5 salários	20,00% (n=6)	-

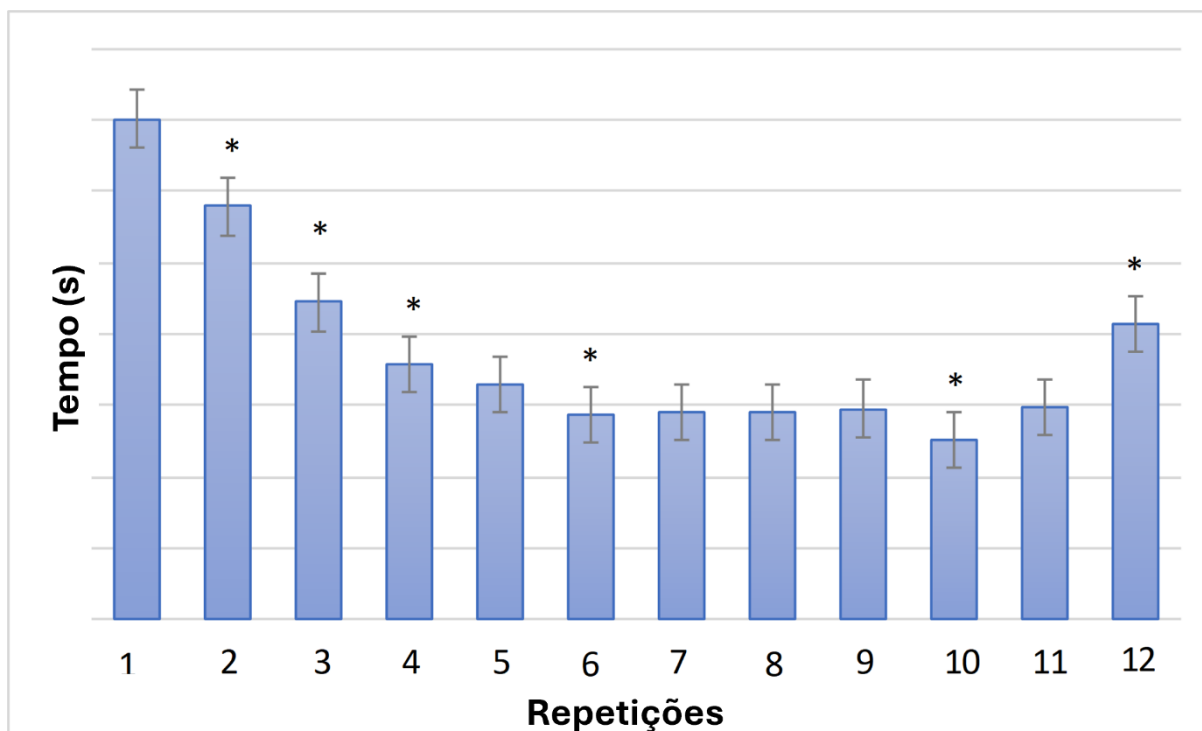
Acima de 5 salários	3,33% (n=1)	-
Irmãos		-
Sim	80,00% (n=24)	-
Não	20,00% (n=6)	-
Idade (anos)	-	9,2 ± 0,92
AUQEI	-	50,23 ± 8,19

Legenda: DPM = Desvio Padrão da Média. AUQEI: *Autoquestionnaire Qualité de Vie Infant Imagé*.

A figura 1 mostra os dados referentes à aquisição, retenção e transferência da habilidade visomotora. O teste de *Friedman* mostrou diferença significativa no tempo de realização do teste entre as tentativas ($p < 0,001$). Posteriormente, o teste de *Wilcoxon* evidenciou redução progressiva no tempo de execução da primeira à quarta repetição, com diferenças significativas em todas as comparações consecutivas neste período, indicando aquisição da habilidade visomotora para a realização do teste.

O critério de estabilização da tarefa, baseado na ausência de diferenças significativas entre repetições consecutivas, identificou um primeiro período de estabilização entre as repetições 6, 7, 8 e 9 ($p = 0,778$ entre 6°-7°; $p = 0,767$ entre 7°-8°, $p = 0,962$ entre 8°-9°). Contudo, este padrão foi interrompido por uma nova redução ($p = 0,004$) do tempo de execução entre a 9° e a 10° repetição. Na reaplicação do teste após 15 minutos (11° repetição), foi observada ausência de diferença significativa ($p = 0,094$) em comparação com as três últimas repetições, indicando retenção da tarefa aprendida. Por fim, na realização da tarefa espelhada (12°), observou-se aumento significativo do tempo de execução ($p = 0,000$), indicando maior demanda cognitiva decorrente do aumento da complexidade da tarefa em comparação com as repetições 8°, 9° e 10°, entretanto, não houve retorno aos valores iniciais, sugerindo transferência da habilidade.

Figura 1: Comparação entre as repetições da tarefa visomotora na variável tempo.



Legenda: S = segundos; Teste de *Wilcoxon*. * $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo com objetivo de analisar a aplicabilidade e a sensibilidade do Teste de Trilhas Digital para a avaliação da aquisição de uma habilidade visomotora de crianças em idade escolar.

O perfil da amostra, composta por 30 crianças destros com média de idade 9,2 anos, predominantemente do sexo feminino (60%), representa um grupo típico do ambiente escolar público brasileiro no qual a pesquisa foi conduzida. A faixa etária foi escolhida por se tratar de uma fase do desenvolvimento infantil no qual ocorre grande avanço nas habilidades sensorial, motora e cognitiva, o que torna esse período particularmente sensível ao estudo da aprendizagem motora^[24]. Embora a tarefa seja trabalhosa, entre os 8 e 10 anos ocorre significativa maturação das funções executivas, controle inibitório e atenção sustentada, o que favorece o desempenho aprimorados das respostas motoras mais complexas^[19].

O perfil socioeconômico observado, com renda familiar média entre um e três

salários mínimos e a escolaridade predominante de ensino médio completo entre os responsáveis, reflete a realidade de muitas famílias brasileiras atendidas pela rede pública de ensino. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) apenas 5% dos estudantes brasileiros têm nível socioeconômico alto, a maioria (64%) vive com uma renda abaixo de 4 mil reais por mês^[25]. Estudos demonstram que o nível de escolaridade dos pais e nível socioeconômico pode transmitir para seus filhos, de forma indireta, vantagens educacionais, acompanhamento escolar ativo, estímulos adequados e melhores desempenhos acadêmicos^[26].

Além disso, os resultados referentes ao questionário *Autoquestionnaire Qualité de Vie Enfant Imagé* (AUQEI) indicaram que as crianças avaliadas apresentaram média de 50,23 pontos, valor superior ao ponto de corte estabelecido para a população infantil brasileira, sugerindo boa percepção de qualidade de vida^[20]. Esse achado demonstra que os participantes, em geral, percebem de forma positiva aspectos relacionados à rotina, à família, à escola e às relações interpessoais, o que reflete um contexto psicossocial estável e favorável ao desenvolvimento global.

O Teste de Trilhas Digital foi utilizado como instrumento principal para avaliar o desempenho e a aquisição de habilidade visomotora dos participantes do estudo. Este teste foi adaptado do clássico TMT, originalmente utilizado como instrumento para avaliação neuropsicológica, fornecendo informações sobre atenção, velocidade de processamento e flexibilidade cognitiva^[14]. Entretanto, a versão inédita utilizada neste estudo, incorporou uma função adicional voltada à avaliação da aquisição de uma habilidade visomotora por meio da estabilização de desempenho. Entre suas vantagens destacam-se a padronização das condições de aplicação, a precisão na mensuração do tempo de resposta e a possibilidade de monitorar mudanças sutis no desempenho ao longo das repetições. Assim como outras versões digitais já consolidadas na literatura^[14,15,16,27], o teste utilizado neste estudo representa um avanço na modernização dos instrumentos de avaliação e treinamento, além de favorecer maior engajamento e motivação dos participantes durante a execução da tarefa.

Observou-se redução progressiva e significativa do tempo de execução nas primeiras repetições, seguida por períodos de estabilização e adaptação. Estes dados comportaram-se como uma curva específica de desempenho, na qual o maior tempo de execução na primeira tentativa refletiu maior dificuldade em se realizar uma tarefa

sem experiência prévia, seguido da redução progressiva do tempo, a qual indica a aquisição da habilidade visomotora, da estabilização dos dados, sugerindo consolidação da tarefa aprendida, e da manutenção da estabilização após o evento distrator, confirmando a retenção de habilidade adquirida. Estes dados indicam que os participantes compreenderam a estrutura da tarefa a ser executada, consolidaram as informações adquiridas e aprimoraram o desempenho na prática de forma semelhante a resultados já encontrados na literatura com outros instrumentos para avaliação do processo de aprendizagem [11,28,29,30].

A redução significativa do tempo entre a primeira e a quarta repetição sugere uma fase inicial de aquisição visomotora, na qual o indivíduo através da prática repetida entende o padrão de ação e aprimora a eficiência do movimento executado. Esse padrão é consistente com a literatura^[29,30], uma vez que estudos com crianças demonstram que a repetição promove melhorias progressivas no desempenho, permitindo a consolidação de estratégias motoras e cognitivas e a internalização da sequência exigida pela tarefa.

A ausência de diferença significativa entre a quarta e a quinta repetição, seguida pela retomada de diferença significativa entre a quinta e a sexta, pode indicar um período de estabilização e internalização do padrão visomotor, característico de uma possível consolidação inicial das habilidades adquiridas. Entre a sexta e a nona repetição, observou-se um período de estabilização, caracterizado pela ausência de diferenças significativas, refletindo um platô de desempenho na tarefa. Nesse estágio, a execução tornou-se mais automática e consistente, exigindo ajustes mínimos, o que caracteriza a consolidação do aprendizado da tarefa. Esse resultado está alinhado ao conceito de aprendizagem motora de Schmidt e Lee, segundo o qual o sistema nervoso consegue antecipar e ajustar os movimentos com base na experiência adquirida, permitindo a execução eficiente e previsível das ações motoras^[31].

Na décima repetição, observa-se uma nova interrupção da estabilidade, refletindo a fase de instabilidade do processo de aprendizagem, possivelmente decorrente de ajustes finos na estratégia da tarefa, fadiga ou atenção dispersa. Conforme descrito por Tani, essa instabilidade é um componente funcional da aprendizagem, permitindo ao sistema motor experimentar diferentes soluções e reorganizar padrões de movimento^[32]. Em seguida, após o evento distrator (11ª repetição), os resultados demonstraram manutenção do desempenho, indicando a transição para uma nova estabilidade, em que as habilidades adquiridas foram retidas

e consolidadas, o que também é constatado em diversos estudos^[11,27] que utilizaram um intervalo e/ou um evento distrator, caracterizando o ciclo clássico de estabilidade–instabilidade–estabilidade na aprendizagem motora.

Entretanto, alguns autores^[27,32] demonstraram que essa estabilização pode ser alterada à medida que se modifica a complexidade da tarefa. Esse achado também foi verificado nesse estudo, considerando a última repetição (12ª repetição) em que ao trocar a disposição dos círculos apresentados (tela espelhada) houve um aumento significativo no tempo de execução, demonstrando que a transferência para um contexto diferente, ainda exige novo refinamento, reorganização de estratégias e ajustes nos parâmetros cognitivos e motores.

Conforme demonstrado por Souza, França e Campos (2006), a efetividade do processo terapêutico, envolvendo aprendizagem ou reaprendizagem de uma habilidade, depende de instrumentos que mensurem a quantidade de prática necessária^[11]. O Teste de Trilhas Digital, utilizado neste estudo, cumpre esse papel ao monitorar repetidamente o desempenho das crianças, identificando a estabilização do padrão motor e permitindo avaliar a retenção da habilidade adquirida.

Apesar dos achados relevantes, este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, a amostra restrita a uma única escola, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras faixas etárias ou contextos escolares diferentes. Além disso, o estudo incluiu apenas participantes destros, o que impede a análise de possíveis diferenças relacionadas à lateralidade.

A análise foi baseada apenas na variável tempo de execução, o que permite acompanhar a redução progressiva e a estabilização do desempenho, mas não fornece informações detalhadas sobre a qualidade do movimento, precisão ou estratégias de refinamento motor utilizada pelos participantes. Por fim, a avaliação da retenção foi realizada em um intervalo curto, não permitindo analisar a manutenção das habilidades motoras em longo prazo, aspecto fundamental para compreender plenamente a consolidação da aprendizagem.

Estudos futuros podem incluir medidas complementares de desempenho, amostras mais amplas e avaliação da retenção em períodos maiores, oferecendo uma compreensão mais completa da aprendizagem motora infantil.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o Teste de Trilhas Digital é sensível e aplicável para avaliar a aprendizagem de uma habilidade visomotora de crianças em idade escolar. Os resultados evidenciaram um padrão de desempenho caracterizado por redução progressiva do tempo de execução nas primeiras repetições, seguido por períodos de estabilização, instabilidade e nova estabilização, indicando aquisição, consolidação e retenção das habilidades visomotoras. A manipulação da tarefa, por meio da condição espelhada, mostrou que a transferência para um contexto diferente requer ajustes adicionais, evidenciando a necessidade de refinamento das estratégias motoras e cognitivas. O Teste Digital se apresenta como um instrumento promissor para monitorar o desempenho motor e identificar pontos de estabilização e retenção da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

1. Magalhães L, Magalhães MIS, Pinheiro NF, Ferreira DR, Barbosa IB, Santana BSS, *et al.* Desenvolvimento neuropsicomotor na infância: avaliações contemporâneas e intervenções eficazes. *Rev Iberoam Hum Ciênc Educ.* 2024;10(1):1201–8. doi:10.51891/rease.v10i1.13038
2. Payne VG, Isaacs LD. *Human motor development: a lifespan approach.* 10th ed. New York: Routledge; 2020.
3. Shi P, Feng X. Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: relationship, mechanism and perspectives. *Front Psychol.* 2022;13:1017825. doi:10.3389/fpsyg.2022.1017825
4. Tse FL, Tseng MH, Xin Y, *et al.* Performance on the Developmental Test of Visual-Motor Integration and its supplementary tests: comparing Chinese and U.S. kindergarten children. *J Occup Ther Sch Early Interv.* 2017;10(4):408-19. doi:10.1080/19411243.2017.1335263.
5. Colosimo S, Dender A, McKerral M, *et al.* Examining the convergent validity of the Test of Visual Perceptual Skills – Fourth Edition (TVPS-4) in the Australian context. *J Occup Ther Sch Early Interv.* 2021;15(1):90-110. doi:10.1080/19411243.2021.1934232.
6. Beroukhim-Kay D, Kim S, Monterosso J, Lewthwaite R, Winstein CJ. Different patterns of neural activity characterize motor skill performance during acquisition

- and retention. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:900405. doi:10.3389/fnhum.2022.900405
7. Santos CMS, *et al.* Motor learning in children and adolescents institutionalized in shelters. *Fisioter Mov.* 2017;30(4):725–32.
 8. Dahms C, Brodoehl S, Witte OW, Klingner CM. The importance of different learning stages for motor sequence learning after stroke. *Hum Brain Mapp.* 2020;41(1):270–86. doi:10.1002/hbm.24701
 9. Valentini NC, Ramalho MH, Oliveira MA. Movement Assessment Battery for Children-2: translation, reliability and validity for Brazilian children. *Res Dev Disabil.* 2014;35(3):733–40. doi:10.1016/j.ridd.2013.12.028
 10. Ferreira L, Vieira JLL, Rocha FF, Silva PN, Cheuczuk F, Caçola P, Chaves RN. Percentile curves for Brazilian children evaluated with the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd edition (BOT-2). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2020;22:e65027.
 11. Souza DE, França FR, Campos TF. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(3):355–60.
 12. 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
 13. 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
 14. 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
 15. 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;29:1208–20. doi:10.1080/23279095.2020.1864374
 16. Zhang W, *et al.* Combination of paper and electronic Trail Making Tests for automatic analysis of cognitive impairment: development and validation study. *J Med Internet Res.* 2023;25:42637. doi:10.2196/42637
 17. Baykara E, *et al.* Validation of a digital, tablet-based version of the Trail Making Test in the Δ platform. *Eur J Neurosci.* 2022;55:461–7. doi:10.1111/ejn.15541
 18. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in

- Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Int J Epidemiol.* 2007;36(5): 862–7.
19. Fronza FC, Ferrari EP, Freitas KTD, Cardoso FL. Intervenção com exergames. *Educ Temat Digit.* 2020;22(1):202–17.
 20. Assumpção Junior FB, *et al.* Escala de avaliação de qualidade de vida: (AUQUEI - Autoquestionnaire Qualité de Vie Infant Imagé) validade e confiabilidade de uma escala para qualidade de vida em crianças de 4 a 12 anos. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2000;58(1):119–27.
 21. De Lucena N, *et al.* Lateralidade manual, ocular e dos membros inferiores e sua relação com déficit de organização espacial em escolares. *Estud Psicol.* 2010;27(1):3–11.
 22. 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.
 23. Ashendorf L. *et al.* 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.
 24. Bizinotto T, *et al.* Habilidades motoras de crianças saudáveis de seis a 12 anos: revisão sistemática. *Motricidade.* 2022;18(1):1–15.
 25. Agência Brasil. Maioria no país, alunos mais pobres têm menor aprendizado em leitura [Internet]. 2025 Apr 25 [cited 2025 Oct 28]. Available from: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2025-04/maioria-no-pais-alunos-mais-pobres-tem-menor-aprendizado-em-leitura>
 26. Santos MM, Mariano FZ, Costa EM. Efeitos da educação dos pais sobre o rendimento escolar dos filhos via mediação das condições socioeconômicas. *Economia Aplicada.* 2019;23(2):145–82.
 27. Silva AK, *et al.* Avaliação de aprendizagem motora em universitárias utilizando dispositivo móvel. *Braz J Health Rev.* 2019;2(4):2572–88.
 28. Freudenheim AM, Manoel EJ. Organização hierárquica e a estabilização de um programa de ação: um estudo exploratório. *Rev Paul Educ Fís.* 1999;13:177–96.
 29. Julius MS, Adi-Japha E. Learning of a simple grapho-motor task by young children and adults: similar acquisition but age-dependent retention. *Front Psychol.* 2015;6:225. doi:10.3389/fpsyg.2015.00225.

30. Magallón S, Narbona J, Crespo-Eguílaz N. Acquisition of motor and cognitive skills through repetition in typically developing children. *PLoS ONE*. 2016;11(7):e0158684. doi:10.1371/journal.pone.0158684.
31. Schmidt RA, Lee TD. *Motor learning and performance: from principles to application*. 6th ed. Champaign: Human Kinetics; 2019.
32. Tani G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. *Rev Paul Educ Fís*. 2000;20(3):55–61.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro estudo evidenciou que o Teste de Trilhas Digital apresenta validade satisfatória para a medida de tempo em crianças em idade escolar. A confiabilidade foi inconsistente, especialmente entre avaliadores, indicando necessidade de intervalos maiores entre as aplicações e aprimoramento da interface digital. A redução no tempo de execução no reteste confirma o efeito de prática descrito na literatura. Apesar dessas limitações, o formato digital mostrou-se viável e promissor para uso em contextos escolares. No segundo estudo, evidenciou-se que o Teste de Trilhas Digital é sensível para acompanhar processos de aprendizagem de uma habilidade visomotora, permitindo identificar fases de aquisição, consolidação e retenção, bem como detectar períodos de instabilidade ao longo da prática. A condição espelhada demonstrou que a transferência para uma situação modificada demanda ajustes adicionais, revelando a articulação entre estratégias motoras e cognitivas durante o desempenho.

Em conjunto, os estudos sugerem que o Teste de Trilhas Digital possui potencial para ser utilizado tanto na avaliação da função cognitiva e motora quanto no monitoramento do desempenho ao longo da prática, especialmente em contextos escolares. Entretanto, ressalta-se a importância de aprimorar a padronização, a interface digital e os critérios de intervalo entre momentos de aplicação, de modo a fortalecer sua confiabilidade e ampliar sua aplicação clínica e educacional.

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. DOI: 10.1076/1380-3395(200008)22:4;1-0;FT518.

AUGUSTO, M. V. *et al.* **Experiência de aplicação da escala de desenvolvimento motor em crianças da educação infantil.** *Revista Interação Interdisciplinar*, v. 1, n. 2, p. 61-76, 2022.

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. DOI: 10.1016/j.acn.2007.11.005.

BAO, R.; MCCLELLAND, M. M.; CAMERON, C. E. **Associations Between Motor Competence and Executive Functions in School-Aged Children: A Systematic Review.** *Frontiers in Psychology*, 2024.

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. DOI: 10.1111/ejn.15541.

BEST, J. R.; MILLER, P. H. **A developmental perspective on executive function.** *Child Development Perspectives*, v. 16, n. 2, p. 94–100, 2022.

BEROUKHIM-KAY, D. *et al.* **Different patterns of neural activity characterize motor skill performance during acquisition and retention.** *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 16, 900405, 2022. DOI: 10.3389/fnhum.2022.900405.

BIZINOTTO, T. *et al.* **Habilidades motoras de crianças saudáveis de seis a 12 anos: revisão sistemática.** *Motricidade*, v. 18, n. 1, p. 1-15, 2022.

BOATO, E. *et al.* **The Use of Virtual and Computational Technologies in the Psychomotor and Cognitive Development of Children with Down Syndrome: A Systematic Literature Review.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, 2955, 2022. DOI: 10.3390/ijerph19052955.

BRACKEN, M. R. **Trail Making Test: Comparison of Paper-and-Pencil Version with Electronic Version.** *Dissertação, The Chicago School of Professional Psychology, Chicago, 2016.*

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa aponta que 12% das crianças brasileiras apresentam suspeita de atraso no desenvolvimento.** Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/outubro/pesquisa-aponta-que-12-das-criancas-brasileiras-apresentam-suspeita-de-atraso-no-desenvolvimento>. Acesso em: 28 out. 2025.

BROWN, T. *et al.* **Internal consistency and concurrent validity of four instruments used to assess the visuomotor integration skills of school-age children.** *Journal*

of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, v. 2, n. 1, p. 35-50, 2009. DOI: 10.1080/19411240902734628.

CAPELINI, C. M. *et al.* **Improvements in motor tasks through the use of smartphone technology for individuals with Duchenne muscular dystrophy.** *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, v. 13, p. 2209, 2017.

CAPIO, C. M. *et al.* **The contributions of motor skill proficiency to cognitive and social development in early childhood.** *Scientific Reports*, v. 14, 27956, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-79538-1.

DAHMS, C. *et al.* **The importance of different learning stages for motor sequence learning after stroke.** *Human Brain Mapping*, v. 41, n. 1, p. 270-286, 2020.

COLOSIMO, S. *et al.* **Examining the Convergent Validity of the Test of Visual Perceptual Skills – Fourth Edition (TVPS-4) in the Australian Context.** *Journal Of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 90-110, 7 jun. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19411243.2021.1934232>.

DIAMOND, A. **Executive functions.** *Annual Review of Psychology*, v. 64, n. 1, p. 135-168, 2013. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.

DIAMOND, A.; LING, D. S. **Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions.** *Nature Human Behaviour*, v. 4, n. 10, p. 1156–1175, 2020.

ESPY, K. A.; CWIK, M. F. **The development of a Trail Making Test in young children: the TRAILS-P.** *The Clinical Neuropsychologist*, v. 18, n. 3, p. 411-422, 2004. DOI: 10.1080/138540409052416.

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

FRONZA, F. C.; FERRARI, E. P.; FREITAS, K. T. D.; CARDOSO, F. L. **Intervenção com exergames.** *ETD - Educação Temática Digital*, v. 22, n. 1, p. 202-217, 2020.

GOULART, A. A. *et al.* **Jogo digital como ferramenta para avaliação de funções cognitivas comparado a testes neuropsicológicos normatizados atuais.** *Brazilian Journal of Anesthesiology*, v. 72, n. 1, p. 13-20, 2022.

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, 2670, 2019. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.02670.

GONZÁLEZ-DEL-CASTILLO, J.; BARBERO-ALCOCER, I. **Effects of school-based physical activity programs on executive function development in children: a systematic review.** *Frontiers in Psychology*, v. 16, 1658101, 2025. DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1658101.

HALLETT, M. **Progress in physical therapy for functional motor disorder.** *The Lancet Neurology*, v. 23, p. 650-651, 2024. DOI: 10.1016/S1474-4422(24)00162-5.

Hill, P. J. *et al.* **The Influence of Motor Competence on Broader Aspects of Health: A Systematic Review of the Longitudinal Associations Between Motor Competence and Cognitive and Social-Emotional Outcomes.** *Sports Medicine*, v. 54, n. 2, p. 375-427, 2024. DOI: 10.1007/s40279-023-01939-5.

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

KARIMPOOR, M. *et al.* **Tablet-Based Functional MRI of the Trail Making Test: effect of tablet interaction mode.** *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 11, 496, 2017. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00496.

KORTTE, K. B.; HORNER, M. D.; WINDHAM, W. K. **The Trail Making Test, Part B: Cognitive Flexibility or Ability to Maintain Set?** *Applied Neuropsychology*, v. 9, n. 2, p. 106–109, 2002. DOI: 10.1207/S15324826AN0902_5.

KROMBOLZ, H.; LI, C.; *et al.* **Desenvolvimento de marcos motores grossos e finos nos primeiros dois anos de vida: normas para crianças com peso ao nascer normal e com baixo peso.** *Global Pediatrics*, v. 6, n. 4, p. 123-135, 2025. DOI: 10.1002/gpedi.1466.

LIBERTUS, K.; HAUF, P. **Editorial: Habilidades Motoras e Seu Papel Fundamental para o Desenvolvimento Perceptivo, Social e Cognitivo.** *Frontiers in Psychology*, v. 8, 301, 2017. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00301.

LIN, Z. *et al.* **Trail Making Test Performance Using a Touch-Sensitive Tablet: behavioral kinematics and electroencephalography.** *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 15, 663463, 2021. DOI: 10.3389/fnhum.2021.663463.

LUCAS, D. F. *et al.* **Impacts of COVID-19 on Neuropsychomotor Development From the Perspective of the International Classification of Functioning, Disability and Health in a Case Series of Children Aged 4 to 24 Months Assessed in Land and Aquatic Settings.** *Health Services Insights*, v. 16, 11786329221147270, 2023. DOI: 10.1177/11786329221147270.

MACEDO, L. D. D. S.; PURIFICAÇÃO, T. A.; SILVA, J. S. S. **Movimento e técnica: o fenômeno da aprendizagem e sua relação entre plasticidade neural e cultura.** *Poiesis Pedagógica*, v. 18, p. 77–90, 2020. DOI: 10.5216/rppoi.v18.62844.

MAGILL, R. A.; ANDERSON, D. I. **Motor learning and control: concepts and applications.** 12. ed. New York: McGraw-Hill, 2021.

MAGALHÃES, L. *et al.* **Desenvolvimento neuropsicomotor na infância: avaliações contemporâneas e intervenções eficazes.** *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 1, p. 1201–1208, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i1.13038.

MIRANDA, E. N. M. de; SILVA, P. V. T. **Implicações do sistema límbico na aprendizagem em uma perspectiva neuropsicomotora.** *Criar Educação*, v. 10, n. 1, p. 161, 2021. DOI: 10.18616/ce.v10i1.4274.

MITRUSHINA, M. *et al.* **Handbook of Normative Data for Neuropsychological**

Assessment. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2005.

MORETTI, L. *et al.* **Quality over quantity: focusing on high-conflict trials to improve the reliability and validity of attentional control measures.** *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 51, n. 4, p. 611–627, 2025. DOI: 10.1037/xlm0001466.

MÜLLER, R. A.; MARCOVITCH, S. **Funções executivas e desenvolvimento na primeira infância.** *Revista Brasileira de Terapias Cognitivas e Comportamentais*, v. 18, n. 1, p. 1-13, 2020.

NG, M. *et al.* **Performance of the Visual-Motor Integration of Preschool Children in Hong Kong.** *Hong Kong Journal Of Occupational Therapy*, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 7-14, jun. 2015. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hkjot.2015.06.002>.

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. DOI: 10.1080/23279095.2020.1864374.

PAYNE, V. G.; ISAACS, L. D. **Human motor development: a lifespan approach.** 10. ed. New York: Routledge, 2020.

REBELO, *et al.* **Desenvolvimento Motor da Criança: relação entre habilidades motoras globais, habilidades motoras finas e idade.** *Cuadernos de Psicología del Deporte*, v. 20, n. 1, 2020.

REITAN, R. M. **Trail Making Test results for normal and brain-damaged children.** *Perceptual and Motor Skills*, v. 33, p. 575–581, 1971. DOI: 10.2466/pms.1971.33.2.575.

REITAN, R. M. **Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage.** *Perceptual and Motor Skills*, v. 8, n. 3, p. 271–276, 1958. DOI: 10.2466/pms.1958.8.3.271.

REITAN, R. M.; WOLFSON, D. **A short screening examination for impaired brain functions in early school-age children.** *Clinical Neuropsychologist*, v. 6, p. 287–294, 1992.

RICHTER, M. J. *et al.* **Enhancing Executive Function in Children and Adolescents Through Motor Learning: A Systematic Review.** *Journal of Motor Learning and Development*, v. 13, n. 1, p. 59-108, 2025.

RODRIGUES, L. M. *et al.* **Effect of integrative neuromuscular training on physical fitness and motor coordination of students.** *Coleção Pesquisa em Educação Física*, v. 21, n. 3, p. 31-38, 2022.

ROEBERS, C. M.; KAUER, M. **Executive functions and motor learning in childhood: Interrelations and developmental perspectives.** *Developmental Review*, v. 65, p. 101012, 2022.

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, n. 3, p. 438-450, 2009. DOI: 10.1017/S1355617709090626.

SANTOS, C. M. S. *et al.* **Motor learning in children and adolescents institutionalized in shelters.** Fisioterapia em Movimento, v. 30, n. 4, p. 725-732, 2017.

SHISHOV, N. *et al.* **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.

SHI, P.; FENG, X. **Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: relationship, mechanism and perspectives.** Frontiers in Psychology, v. 13, 1017825, 2022.

SILVA, A. K. *et al.* **Avaliação de aprendizagem motora em universitárias utilizando dispositivo móvel.** Brazilian Journal of Health Review, v. 2, n. 4, p. 2572-2588, 2019.

SILVA, T. D. *et al.* **Aprendizagem motora em tarefa virtual na Paralisia Cerebral.** Temas em Desenvolvimento, v. 104, p. 47-53, 2013.

SOUZA, D. E. *et al.* **Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora.** Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 10, n. 3, p. 355-360, 2006.

TAK, P. *et al.* **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. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1050_20.

TALWAR, N. *et al.* **Functional magnetic resonance imaging of the trail-making test in older adults.** PLoS ONE, v. 15, n. 5, e0232469, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0232469.

TZVI, Elinor *et al.* **Mini-review: the role of the cerebellum in visuomotor adaptation.** The Cerebellum, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 306-313, 2 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12311-021-01281-4>.

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. DOI: 10.1016/S0887-6177(03)00039-8.

TSE, F. L. *et al.* **Performance on the Developmental Test of Visual-Motor Integration and its supplementary tests: comparing chinese and u.s. kindergarten children.** Journal Of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 408-419, 13 jul. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19411243.2017.1335263>.

VENDIETTI, C. *et al.* **Measuring Preschoolers' Inhibitory Control Using the Black/White Stroop.** Infant & Child Development, 2015. DOI: 10.1002/icd.1902.

VENTURIERI, C. *et al.* **Avaliação de funções executivas em pré-escolares:**

revisão de escopo da literatura brasileira. *Neuropsicología Latinoamericana*, v. 15, n. 1, p. 31–44, 2023.

WILLOUGHBY, M. T.; HUDSON, K. **Contribuições do desenvolvimento de habilidades motoras e da atividade física para a ontogenia das habilidades de função executiva na primeira infância.** *Developmental Review*, v. 70, 101102, 2023.

ZAGO, J. T. C. *et al.* **Associação entre o desenvolvimento neuropsicomotor e fatores de risco biológicos e ambientais em crianças na primeira infância.** *Revista CEFAC*, v. 19, n. 2, p. 123-132, 2017.

ZHANG, W. *et al.* **Combination of Paper and Electronic Trail Making Tests for Automatic Analysis of Cognitive Impairment: development and validation study.** *Journal of Medical Internet Research*, v. 25, 42637, 2023. DOI: 10.2196/42637.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação e treinamento da aprendizagem motora em crianças neurotípicas por meio do Teste de Trilhas adaptado para dispositivo móvel

Pesquisador: Luciana Maria dos Reis

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82472124.7.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.125.085

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de desenvolvimento metodológico com abordagem quantitativa, na intenção de aprimorar recursos tecnológicos a partir da avaliação de um instrumento confiável para crianças neurotípicas.

É um projeto de pesquisa de nível mestrado, do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR) da Universidade Federal de Alfenas, que será executado por uma discente e duas docentes. Conta com financiamento próprio e sem relato de conflito de interesses.

A amostra será constituída por crianças de desenvolvimento neuropsicomotor típico (faixa etária 7 a 11 anos), recrutadas em escolas municipais da cidade de Elói Mendes-MG.

Para seleção e caracterização da amostra será aplicado um formulário pré-elaborado pelos pesquisadores contendo dados clínicos e sociodemográficos, além do Teste de Dominância Manual e o Questionário Autoquestionnaire Quality de Vie Enfant Imagé (AUQEI). A confiabilidade do instrumento será avaliada por meio da análise intra e inter avaliadores do Teste de Trilhas Manual (TMT) e Teste de Trilhas adaptado para dispositivo móvel. Em um segundo momento,

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - 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 Protocolo: F.125.085

será realizado um treino por cinco dias consecutivos, seguido de reavaliação após cada treinamento, ou até que seja observada mudança expressiva no número de erros e tempo de execução, de forma a se determinar o tempo de treinamento necessário para alcançar mudanças no desempenho motor avaliado. Embora não exista um tempo máximo para treinamento de habilidades motoras, no presente estudo o treino pelo Teste de Trilhas Adaptado não ultrapassará 20 dias consecutivos (exceto finais de semana), tendo em vista o objetivo de se verificar a aplicabilidade do instrumento na prática. Uma semana após o término do treinamento será realizada nova avaliação (follow-up) no intuito de verificar a permanência ou não das possíveis mudanças detectadas. Tanto o treino, quanto as avaliações serão realizadas pelo Teste de Trilhas Adaptado.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar a confiabilidade e efetividade do Teste de Trilhas com adaptação inédita para dispositivo móvel como instrumento de avaliação e treinamento de aprendizagem motora em crianças neurotípicas.

Objetivo Secundário:

- Avaliar a confiabilidade inter e intra-avaliadores do Teste de Trilhas adaptado para dispositivo móvel para avaliação da aprendizagem motora em crianças neurotípicas, por meio da comparação dos dados obtidos pelo Teste de Trilhas adaptado e Teste de Trilhas Manual.- Verificar a aprendizagem motora após o treinamento utilizando Teste de Trilhas adaptado. - Verificar o tempo de treinamento necessário para se alcançar mudanças no desempenho motor avaliado.

Análise do CEP:

1. claros e bem definidos;
2. coerentes com a propositura geral do projeto;
3. exequíveis (considerando tempo, recursos e método).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e medidas minimizadoras:

Os testes a serem realizados neste estudo (Teste de Trilhas, Escala de desenvolvimento Motor, Teste de Dominância manual e Questionário de Qualidade de Vida) poderão gerar riscos mínimos como

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala D 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: 7.135.085

ansiedade

ao realizar os testes ou mesmo desconforto em responder as perguntas relacionadas à qualidade de vida. Na ocorrência desses episódios a intervenção será interrompida imediatamente e o participante poderá optar por continuar ou não o estudo, posteriormente, podendo o(a) mesmo(a) se retirar a qualquer momento da sala caso se sinta constrangido(a). Persistindo a ocorrência de ansiedade e/ou desconforto o participante poderá optar por abandonar o estudo, sem que ocorra qualquer tipo de penalidade.

Para os responsáveis legais, poderá ocorrer o risco mínimo de constrangimento ao responder o formulário de dados clínicos e sociodemográficos.

Caso isso aconteça, o responsável poderá se recusar a responder as perguntas a qualquer momento, sem que isso lhe cause qualquer prejuízo.

Poderá ocorrer também o risco mínimo de perda de sigilo e confidencialidade dos dados. Como medida minimizadora, os dados serão mantidos sob responsabilidade dos pesquisadores e serão utilizados apenas para fins relacionados à pesquisa. Será mantido também o anonimato dos participantes e seus responsáveis.

Benefícios:

Dentre os benefícios em participar do projeto é que este permitirá verificar a aprendizagem motora dos participantes, bem como irá contribuir com a prática e literatura nas áreas reabilitação e educação; contribuindo dentre outras formas para a elaboração de um instrumento confiável, preciso e utilizável que possa ser empregado em outras pesquisas.

Análise do CEP:

1. Os riscos de execução do projeto são bem avaliados, realmente necessários e estão bem descritos no

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: F.125.085

projeto;

2. Os benefícios oriundos da execução do projeto justificam os riscos corridos;
3. Para cada risco descrito, o pesquisador apresentou uma correta ação minimizadora/corretiva desse risco.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Análise do CEP:

1. Metodologia da pesquisa: adequada;
2. Referencial teórico da pesquisa: atualizado e suficiente para aquilo que se propõe;
3. Cronograma de execução da pesquisa: coerente com os objetivos propostos e adequado ao tempo de tramitação do projeto;
4. Orçamento: presente e adequado;
5. Instrumento(s): presente(s).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): presente e adequado
2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Responsável Legal (TCLE): presente e adequado
3. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE): presente e adequado
4. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Fronteiras (TCUD): presentes e adequados
5. Termo de Anuência Institucional (TAI): presentes e adequados
6. Declaração de responsabilidade do pesquisador responsável: presente e adequada
7. Folha de rosto: presente e adequada
8. Projeto de pesquisa completo e detalhado: presente e adequado

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Recomenda-se aprovação.

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E
 Bairro: centro CEP: 37.130-001
 UF: MG Município: ALFENAS
 Telefone: (35)3701-6153 Fax: (35)3701-6153 E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS - UNIFAL**



Continuação do Parecer: P.125.085

Considerações Finais a critério do CEP:

Após análise a coordenação emite 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_DO_P ROJETO_2400729.pdf	01/10/2024 08:05:51		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEResponsavel.docx	01/10/2024 08:35:27	Luciana Maria dos Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	01/10/2024 08:35:10	Luciana Maria dos Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TAE.docx	01/10/2024 08:34:58	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	01/10/2024 08:34:44	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Outros	Carta_Resposta_Pendencia_CEP_UNIF AL.doc	01/10/2024 08:34:04	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Folha de Rosto	FolhaAssinada.pdf	20/08/2024 13:56:28	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Outros	Compromisso.pdf	19/08/2024 15:16:17	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Outros	TAIETCUDPARTICULAR.pdf	19/08/2024 15:15:57	Luciana Maria dos Reis	Aceito
Outros	TAIETCUDMUNICIPAL.pdf	19/08/2024 15:15:39	Luciana Maria dos Reis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - 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 Processo: 7.135.085

ALFENAS, 07 de Outubro de 2024

Assinado por:
Naidimila Aparecida Silveira
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala C 314 B
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