

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UniEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM MOVIMENTO
HUMANO E REABILITAÇÃO (PPGMHR)

SARA VIANA DE ABREU SILVA

**FACILITAÇÃO DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL
ESQUERDO POR TDCS ASSOCIADA AO TREINAMENTO
NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TEA: ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO, CONTROLADO E DUPLO-CEGO**

ANÁPOLIS-GO
2025

SARA VIANA DE ABREU SILVA

**FACILITAÇÃO DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL
ESQUERDO POR TDCS ASSOCIADA AO TREINAMENTO
NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TEA: ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO, CONTROLADO E DUPLO-CEGO**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa
de Pós- Graduação Stricto Sensu em
Movimento Humano e Reabilitação (PPGMHR).

Orientadora: Prof^a. Luanda André Collange

Coorientador: Prof. Claudia Santos Oliveira

ANÁPOLIS-GO
2025



FOLHA DE APROVAÇÃO


FACILITAÇÃO DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDO POR TDCS ASSOCIADA AO TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TEA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, CONTROLADO E DUPLO-CEGO

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Movimento Humano e Reabilitação - (PPGMHR) da Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.


Aprovado em 12 de Novembro de 2025.

Linha de Pesquisa: Avaliação, Prevenção e Intervenção Terapêutica no Sistema Neuro-Musculoesquelético (AP/T)


BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 LUANDA ANDRÉ COLLANGE
Data: 28/11/2025 14:17:29-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Luanda André Collange

Documento assinado digitalmente
 MIRIAM RIBEIRO CALHEIROS DE SÁ
Data: 25/11/2025 11:56:58-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dra. Miriam Ribeiro Calheiros de Sá

Documento assinado digitalmente
 KARLA CRISTINA NAVES DE CARVALHO
Data: 28/11/2025 10:37:22-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dra. Karla Cristina Naves de Carvalho

S586

Silva, Sara Viana de Abreu.

Facilitação do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo por TDCS associada ao treinamento neurofuncional em crianças com TEA: ensaio clínico, randomizado, controlado e duplo-cego / Sara Viana de Abreu Silva - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2025.

81 p.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Luanda André Collange.

Coorientadora: Profa. Dra. Cláudia Santos Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação – Universidade Evangélica de Goiás, 2025.

1. Transtorno do Espectro Autista 2. Marcha 3. Equilíbrio
4. Criança 5. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua I.
Collange, Luanda André II. Oliveira, Cláudia Santos III. Título.

CDU 615.8

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Luanda, registro minha mais profunda gratidão pela orientação dedicada, pela paciência e pelo apoio constante ao longo deste processo. Sua confiança e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

À minha coorientadora, Prof.^a Cláudia, agradeço imensamente pelas contribuições, pela disponibilidade e pelo cuidado, que mesmo à distância, foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

À Marcela Oliveira, que desde o início acreditou em mim e me incentivou a trilhar este caminho, deixo meu sincero agradecimento pela motivação e pelas palavras de encorajamento que me impulsionaram a iniciar o mestrado.

Aos meus amigos e familiares, agradeço pela compreensão, pelo carinho e pelo suporte em todos os momentos, especialmente nos dias mais desafiadores.

Ao meu marido, companheiro incansável, agradeço pela paciência, pelo amor e pelo apoio incondicional em cada etapa desta jornada.

RESUMO

Introdução: O transtorno do espectro autista (TEA) frequentemente envolve alterações motoras que impactam mobilidade e equilíbrio. A estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) pode potencializar ganhos de treinamentos motores. **Objetivo:** Comparar os efeitos de 10 sessões de treinamento neurofuncional associado à tDCS anódica ativa sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPF DL-E) versus tDCS sham na mobilidade funcional, nos parâmetros espaço-temporais da marcha e no equilíbrio funcional em crianças com TEA. **Métodos:** A intervenção consistiu em duas semanas de treinamento neurofuncional, incluindo caminhada em esteira e um circuito de controle postural. Esse treinamento foi combinado com tDCS ativa sobre o CPF DL-E (1 mA) ou estimulação simulada. Os participantes foram avaliados pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up, por meio do TImed Up and Go (TUG), Teste da Caminhada de 10 Metros (TC10M) e Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). **Resultados:** No TUG, observou-se efeito no follow-up, com redução do tempo de execução no grupo tDCS ativa em relação ao controle (diferença de médias (DM) = -4,023 s; IC95%: -6,753 a -1,292 s; p=0,002; d=1,5). Na EEP, o grupo tDCS ativa apresentou escores superiores no pós-intervenção (DM=6,417; IC95%: -0,4385 a 13,27; p=0,049; d=1,0) e no follow-up (DM=7,417; IC95%: 0,9484 a 13,88; p=0,023; d=1,2). Os parâmetros espaço-temporais da marcha não diferiram entre os grupos. **Conclusão:** A tDCS anódica no CPF DL-E associada a treinamento neurofuncional foi segura e promoveu melhorias clinicamente relevantes no equilíbrio e na mobilidade funcional (retenção em 30 dias) em crianças com TEA, sem efeitos detectáveis nas variáveis espaço-temporais da marcha.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista; Marcha; Equilíbrio; Criança; Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

ABSTRACT

Introduction: Autism spectrum disorder (ASD) frequently involves motor impairments that affect mobility and balance. Transcranial direct current stimulation (tDCS) may potentiate gains from motor training. **Objective:** To compare the effects of 10 sessions of neurofunctional training combined with active anodal tDCS over the left dorsolateral prefrontal cortex (IDL PFC) versus sham tDCS on functional mobility, spatiotemporal gait parameters, and functional balance in children with ASD. **Methods:** The intervention consisted of two weeks of neurofunctional training, including treadmill walking and a postural control circuit. This training was combined with active tDCS over IDLPFC (1 mA) or sham stimulation. Participants were assessed pre-intervention, post-intervention, and at follow-up using the Timed Up and Go (TUG), the 10-Meter Walk Test (10MWT), and the Pediatric Balance Scale (PBS). **Results:** On the TUG, a follow-up effect was observed, with shorter execution time in the active tDCS group versus control (mean difference [MD] = -4.023 s; 95% CI: -6.753 to -1.292 s; $p=0.002$; $d=1.5$). On the PBS, the active tDCS group showed higher scores post-intervention (MD=6.417; 95% CI: -0.4385 to 13.27; $p=0.049$; $d=1.0$) and at follow-up (MD=7.417; 95% CI: 0.9484 to 13.88; $p=0.023$; $d=1.2$). Spatiotemporal gait parameters did not differ between groups ($p>0.05$). **Conclusion:** Anodal tDCS over the IDLPFC combined with neurofunctional training is safe and yields clinically meaningful improvements in balance and functional mobility—with 30-day retention—in children with ASD, without detectable effects on spatiotemporal gait variables under the tested conditions.

Keywords: Autism Spectrum Disorder; Gait; Balance; Child; Transcranial Direct Current Stimulation.

LISTA DE TABELAS

- | | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1. | Características clínicas e desfechos analisados no estudo no momento da avaliação pré-intervenção dos grupos experimental e controle. | 37 |
| Tabela 2. | Variáveis estudadas pelo <i>Timed Up and Go</i> Instrumentado — valores de média \pm desvio-padrão para os grupos experimental e controle em pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up. | 39 |
| Tabela 3. | Parâmetros espaço-temporais obtidos no Teste da Caminhada de 10 Metros (TC10M) — valores de média \pm desvio-padrão para os grupos experimental e controle em pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up. | 42 |

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases do estudo – avaliações e intervenções	26
Figura 2. Ilustração do Timed Up and Go Instrumentado	29
Figura 3. Ilustração do Teste da Caminhada de 10 Metros	30
Figura 4. G-sensor, BTS Bioengenharia	31
Figura 5. Fluxograma do estudo de acordo com o CONSORT	36
Figura 6. Tempo de execução no Timed Up and Go (s), comparando o grupo experimental (tDCS ativa + treino neurofuncional) e o grupo controle (tDCS sham + treino neurofuncional). * $p < 0.05$	38
Figura 7. Escala de Equilíbrio Pediátrica, comparando o grupo experimental (tDCS ativa + treino neurofuncional) e o grupo controle (tDCS sham + treino neurofuncional). * $p < 0.05$	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ACFS	<i>Autism Classification System of Functioning: Social Communication</i>
AF	Alta Frequência
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATEC	Checklist de Avaliação do Tratamento do Autismo
BDNF	Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro
BF	Baixa Frequência
CARS	<i>Childhood Autism Rating Scale</i>
CARS-BR	Escala de Classificação de Autismo Infantil
CDC	<i>Center for Disease Control and Prevention</i>
CPFDL	Córtex Pré-Frontal Dorsolateral
DSM-5	Manual Diagnóstico de Transtornos Mentais
EEG	Eletroencefalograma
EMT	Estimulação Magnética Transcraniana
FSA	Avaliação de Força Muscular
LTD	Depressão de Longa Duração
LTP	Potenciação de Longa Duração
MBF	Muito Baixa Frequência
MER	Razão de Entropia Máxima
NMDA	N -metil- D -aspartato
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PEM-CY	Medida da Participação e do Ambiente - Crianças e Jovens
ReBEC	Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
tDCS	<i>transcranial Direct Current Stimulation</i>
TEA	Transtorno do Espectro Autista
UBF	Ultrabaixa Frequência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 Alterações motoras e fisioterapia neurofuncional.....	16
2.2 Estimulação transcraniana por corrente contínua.....	17
2.3 tDCS no transtorno do espectro autista.....	18
3 HIPÓTESE.....	22
4 JUSTIFICATIVA.....	23
5 OBJETIVOS.....	24
5.1 Objetivo geral.....	24
5.2 Objetivos específicos.....	24
6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
6.1 Aspectos éticos.....	25
6.2 Desenho do estudo.....	26
6.3 População do estudo.....	26
6.4 Randomização, alocação e cegamento.....	27
6.5 Desfecho do estudo.....	28
6.6 Procedimentos da pesquisa.....	33
6.6.1 Procedimentos de intervenção	33
6.7 Análise estatística.....	35
7 RESULTADOS.....	36
8 DISCUSSÃO.....	46
9 CONCLUSÃO.....	49
10 REFERÊNCIAS	50
11 ANEXOS.....	62
11.1 ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	62
11.2 ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	64
11.3 ANEXO C - Termo de assentimento do menor.....	74
11.4 ANEXO D - Termo de assentimento do menor lúdico.....	78

1 INTRODUÇÃO

O transtorno do espectro autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento caracterizado por início precoce e por déficits persistentes na comunicação/interação social, além de padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades, com ampla variabilidade de apresentação e gravidade.^{1,2} Para além desses núcleos diagnósticos, são frequentes alterações motoras que afetam de modo relevante a funcionalidade: aquisição tardia da marcha; mudanças na cinemática; redução do comprimento e da velocidade do passo; menor amplitude articular; e padrões como marcha nas pontas dos pés.³⁻⁶ No equilíbrio, observam-se comprometimentos do controle postural e das habilidades motoras globais, com atrasos nos marcos motores e instabilidades durante tarefas estáticas e dinâmicas.^{7,8} Tais déficits de marcha e equilíbrio são comuns no TEA e associam-se a limitações nas atividades da vida diária, menor participação social e autonomia reduzida, impactando a qualidade de vida de crianças e adolescentes. Diante desse cenário, reconhece-se a necessidade de avaliação sistemática dos componentes motores no rastreio/diagnóstico e de intervenções direcionadas — como o treinamento motor orientado à tarefa — para mitigar seus efeitos funcionais.⁹

Hipóteses neurobiológicas para as alterações motoras no TEA incluem disfunções de integração sensorial,^{10,11} envolvimento de circuitos frontoestriatais e cerebelares — relevantes para o processamento vestibular, equilíbrio e também funções cognitivas/linguísticas^{10,12-16} — e desequilíbrios excitatórios/inibitórios sinápticos.¹⁷⁻¹⁹ Nesse contexto, técnicas de estimulação cerebral não invasiva, particularmente a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), vêm ganhando espaço como adjuvantes à reabilitação.²⁰⁻²⁵

A tDCS modula a excitabilidade cortical por correntes de baixa intensidade aplicadas via eletrodos de superfície.²⁶⁻³⁰ Seus efeitos dependem da polaridade: anódica, em geral, facilita a despolarização; catódica tende à hiperpolarização.^{31,32} A técnica é considerada segura e de baixo custo quando respeitados parâmetros e critérios de elegibilidade,^{33,34} o que favorece sua

associação a treinos neurofuncionais, potencialmente abrindo uma “janela” de plasticidade para ganhos mais robustos e duradouros.^{34,35}

No TEA, a maioria dos estudos com tDCS focaliza o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPFDL-E), dada sua implicação em sintomas centrais e achados de hipoativação em tarefas cognitivas.²² Em adultos, relatos indicam redução de sintomas, melhora em memória de trabalho, linguagem e funções sociais.^{36–38} Em pediatria, os ensaios — em geral com 0,8–1,5 mA por 20–30 minutos/sessão — mostram efeitos promissores sobre escores clínicos e conectividade cortical, apesar da heterogeneidade metodológica.^{39–44} Importante notar que muitos protocolos avaliaram a tDCS isoladamente, com foco em desfechos cognitivo-comportamentais, e poucos investigaram sua associação explícita com treinamento motor orientado à tarefa. Evidências iniciais sugerem que a combinação com treino motor pode potencializar resultados em equilíbrio e desempenho funcional,⁴⁵ reforçando a plausibilidade biológica e clínica de abordagens integradas

Diante desse quadro — elevada carga de alterações motoras/funcionais no TEA, mecanismos neurobiológicos plausíveis para modulação pré-frontal, segurança e acessibilidade da tDCS e lacuna específica sobre tDCS anódica no CPFDL esquerdo associada a treinamento neurofuncional com desfechos motores — emerge a necessidade de ensaios clínicos rigorosos que testem eficácia e retenção de efeitos em mobilidade, marcha e equilíbrio. O presente estudo responde a essa lacuna ao investigar se a facilitação da atividade pré-frontal dorsolateral esquerda por tDCS, associada a um protocolo estruturado de treino de marcha e controle postural, produz ganhos superiores imediatos e mantidos (30 dias) em crianças com TEA, quando comparada à condição sham.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O termo “autista” foi empregado pela primeira vez por Eugen Bleuler, em 1911, no contexto de seus estudos sobre esquizofrenia (BLEULER, 1950). Posteriormente, Leo Kanner⁴⁶ descreveu, em estudo observacional com crianças, um padrão comportamental marcado por incapacidade inata de estabelecer contato interpessoal — “contato afetivo”.⁴⁷

O TEA é uma condição do neurodesenvolvimento de alta complexidade e etiologia multifatorial, na qual fatores genéticos e ambientais interagem ao longo do desenvolvimento.⁴⁸ Dada a heterogeneidade fenotípica, a determinação do TEA requer a observação de múltiplos indicadores do neurodesenvolvimento. Conforme o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5), o diagnóstico — de início precoce — demanda déficits significativos e persistentes em dois domínios: (i) comunicação e interação social em múltiplos contextos e (ii) padrões restritos e repetitivos de comportamento e interesses.⁴⁹ Apesar da forte contribuição genética, o diagnóstico permanece clínico-observacional, baseado na sintomatologia comportamental. Para robustecer triagem e diagnóstico, utilizam-se escalas e avaliações padronizadas do funcionamento adaptativo e cognitivo.¹

A triagem deve ser conduzida por equipe multidisciplinar e pode ser realizada de forma precoce, entre 18 e 24 meses.⁵⁰ Entretanto, quatro fatores dificultam o diagnóstico oportuno: (1) alta variabilidade na expressão dos sintomas; (2) limitações inerentes à avaliação de pré-escolares, que exige instrumentos sensíveis a comportamentos sociais sutis; (3) escassez de profissionais capacitados para reconhecer manifestações precoces; e (4) insuficiência de serviços especializados.⁵¹ Consequentemente, o diagnóstico pode não ocorrer no início da vida, postergando intervenções precoces — fundamentais para reduzir sintomas e melhorar o prognóstico.⁵²

Com o avanço das pesquisas, observou-se crescimento no número de diagnósticos. A literatura, contudo, é divergente quanto à prevalência: estimativas internacionais indicam 62/10.000, com razão aproximadamente quatro vezes maior em meninos.^{1,2} A Organização Mundial da Saúde sugere uma incidência aproximada de 1/160, ao passo que dados norte-americanos de

2018 divulgados em 2022 sugerem aproximadamente 1/44.⁵³ Achados recentes ilustram a heterogeneidade entre países: no Japão, 3,1% de pré-escolares foram diagnosticados com TEA,⁵⁴ enquanto na China estimou-se 0,29% entre 6 e 12 anos.⁵⁵ No Brasil, as estimativas são escassas e incertas; em amostra de 1.470 escolares (7–12 anos), reportou-se prevalência de 0,88%.⁵⁶ Esses números reforçam a necessidade de estudos colaborativos, interculturais e multidisciplinares.

Embora o TEA apresente manifestações variadas de comportamento e funcionamento adaptativo,⁵⁷ alguns marcadores comuns orientam o diagnóstico diferencial: déficits de reciprocidade socioemocional, anormalidades de contato visual, dificuldades em expressar/compreender expressões faciais, movimentos estereotipados e repetitivos, padrões rígidos com adesão à rotina e resistência a mudanças, inflexibilidade cognitiva com interesses restritos, alterações sensoriais e prejuízos nas interações sociais e no jogo simbólico.⁴⁹ Avanços científicos têm destacado ainda déficits em cognição social (teoria da mente, reconhecimento de emoções), linguagem e funções executivas.^{58,59}

Crianças e adolescentes com TEA frequentemente exibem dificuldades ligadas ao processo de aprendizagem, especialmente em observação e imitação — pré-requisitos para aquisição de novas habilidades.^{60,61} Aqui, “aprendizagem” é entendida de forma ampla, abrangendo ganhos em habilidades adaptativas (comunicação, socialização, autonomia nas atividades de vida diária, motricidade e manejo comportamental).⁶² Fatores comportamentais externalizantes - comportamentos desafiadores, agressividade - e internalizantes - alterações de humor, ansiedade, depressão, frequentemente exacerbados por mudanças de rotina, dificultam a adaptação social.⁶³

Por fim, os algoritmos atuais de rastreio/diagnóstico do TEA tradicionalmente não contemplam aspectos motores. No entanto, déficits motores são comuns, e a inclusão de parâmetros motores na triagem pode antecipar cuidados, mitigar atrasos do neurodesenvolvimento e melhorar a qualidade de vida.⁶⁴

2.1 Alterações motoras e fisioterapia neurofuncional

Na reabilitação física, observam-se alterações motoras que, embora não impeçam a aquisição da marcha independente, configuram queixa frequente de familiares e cuidadores e representam importante limitação ao desempenho global em atividades da vida diária. Em estudo com 376 crianças com TEA e 114 com desenvolvimento típico, investigando idade de aquisição da marcha e sua relação com gravidade e sintomas, constatou-se aquisição tardia da marcha e associação significativa entre a idade de aquisição e a gravidade do transtorno.⁶⁵ Modificações na cinemática da marcha também são descritas, como contato inicial do pé no solo atípico e assimetria do padrão de movimento durante a caminhada.⁶⁶ No estudo de Biffi et al. (2018),⁴ envolvendo crianças de 7–12 anos com TEA versus pares com desenvolvimento típico, identificaram-se redução do pico do momento de flexão do tornozelo, maior flexão de quadril no contato inicial, aumento da anteversão pélvica e redução do comprimento e da velocidade do passo, associadas a menor amplitude de movimento em todas as articulações dos membros inferiores. Outro achado recorrente na prática clínica e na literatura é a marcha nas pontas dos pés.^{67–69}

Além das alterações de marcha, há comprometimento do controle postural e das habilidades motoras globais.^{9,70,71} Dificuldades motoras podem estar entre os primeiros sinais correlatos ao transtorno,^{72,73} com atrasos nos marcos motores e déficits de estabilidade postural, coordenação, velocidade de movimento e equilíbrio.^{74–77} Diante de múltiplos comprometimentos que podem persistir ao longo da vida, impõe-se a intervenção multidisciplinar, com destaque para a fisioterapia, visando melhorar a qualidade de vida e favorecer a integração social. A fisioterapia atua na reabilitação sensório-motora por meio de treino neurofuncional em circuito e atividades que exploram coordenação, aprendizagem e aquisição de gestos motores.

A fisioterapia neurofuncional desponta por favorecer plasticidade neural adaptativa via treino motor especializado, orientado às demandas individuais. Crianças com TEA apresentam alterações de aprendizagem motora — aquisição, retenção e transferência —, intimamente ligadas ao controle neural do movimento.^{9,78} A literatura científica levanta a hipótese de que as alterações motoras incluem disfunções de integração sensorial¹⁰ e envolvimento de

circuitos frontoestriatais e regiões cerebelares, relevantes para processamento vestibular e controle do equilíbrio, além de funções cognitivas e de comunicação.^{12–16,79} Evidências adicionais apontam desequilíbrios excitatório-inibitórios na transmissão sináptica e em circuitos neurais no TEA.^{17–19}

Nesse cenário, a estimulação cerebral não invasiva — especialmente estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) —

+tem ganhado destaque como recurso adjuvante ao treino neurofuncional, com potencial para otimizar resultados terapêuticos em TEA.

21,22,80

2.2 Estimulação transcraniana por corrente contínua

A tDCS e a estimulação magnética transcraniana (TMS) são técnicas não invasivas de neuromodulação que têm mostrado resultados promissores no tratamento de transtornos do neurodesenvolvimento.^{81,82}

A tDCS induz alterações duradouras de excitabilidade cortical e é considerada segura e acessível. Consiste na aplicação de corrente direta de baixa intensidade sobre o couro cabeludo, por meio de eletrodos de superfície (silicone–esponja) umedecidos em solução salina.^{26,27} A corrente flui entre ânodo e cátodo e, embora parte se dissipe nos tecidos extracorticais, quantidade suficiente atinge o córtex, modulando o potencial de membrana de neurônios locais.^{27,29,30}

A modulação é dependente da polaridade: a estimulação anódica tende a aumentar a excitabilidade (facilitando a despolarização), enquanto a catódica a reduz (hiperpolarização).³¹ O mecanismo de ação, envolve receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) dependentes de voltagem: o bloqueio farmacológico (p.ex., dextrometorfano) atenua efeitos de ambos os polos.^{83,84} A anódica pode elevar a taxa de disparos e o Ca^{2+} intracelular; a catódica, hiperpolarizar a membrana e deprimir a força sináptica.⁸⁵ Há ainda modulação de neurotransmissores (dopamina, acetilcolina, serotonina) e de canais iônicos (sódio, cálcio), além de participação da neurotransmissão GABAérgica via interneurônios.^{83,84,86}

Os efeitos persistentes decorrem de modificações da eficácia sináptica, análogas à potenciação e à depressão de longa duração (LTP/LTD). Em modelos experimentais, a tDCS induz LTP dependente de NMDA e requer a ativação do receptor do BDNF; a contribuição do BDNF é polaridade-dependente.⁸⁷ Evidências indicam que a tDCS pode modular LTP e interferir em aprendizagem e memória.⁸⁸

Comparada a outras técnicas transcranianas, a tDCS combina maior simplicidade operacional, baixo custo e efeitos moduladores sustentados, além de permitir mascaramento sham robusto em ensaios clínicos.³⁴ No contexto da reabilitação, busca-se ampliar a eficácia sináptica local e reconfigurar plasticidades mal-adaptativas subsequentes a lesões/disfunções corticais. A tDCS altera sutilmente o potencial de membrana — sem desencadear potenciais de ação diretamente — e, quando acoplada ao treinamento neurofuncional, pode abrir uma “janela de plasticidade” que potencializa e prolonga ganhos funcionais dependentes de tarefa.^{34,89}

Quanto à segurança, efeitos adversos são geralmente leves e transitórios, incluindo eritema local, formigamento e leve ardor, resolvendo-se ao término da estimulação. A adesão a parâmetros de segurança e critérios de elegibilidade é indispensável, especialmente em população pediátrica, na qual a técnica tem sido bem tolerada.⁸² Diante desse perfil e das evidências consistentes sobre os efeitos, investigações sobre tDCS em crianças e adolescentes com transtornos do neurodesenvolvimento cresceram de forma expressiva nos últimos anos.

2.3 tDCS no transtorno do espectro autista

O avanço no entendimento das disfunções encefálicas associadas ao TEA tem impulsionado o interesse científico pelos efeitos da tDCS na atenuação de sintomas e na melhora de habilidades nessa população. Em adultos com TEA, estudos relatam resultados promissores, como redução de sintomas,⁹⁰ melhora da memória de trabalho,³⁶ aumento do funcionamento social³⁷ e melhor desempenho em fluência verbal emocional.^{37,38} Considerada um recurso seguro,³³ a tDCS passou a ser investigada também em crianças e adolescentes

com TEA; o número de ensaios clínicos tem crescido, focando majoritariamente desfechos cognitivo-comportamentais.²²

O córtex pré-frontal é a região mais investigada, dada sua participação direta nos sintomas nucleares do TEA e a hipoativação frequentemente descrita durante tarefas cognitivo-comportamentais. De modo geral, os estudos que aplicaram tDCS sobre o CPFDL-E avaliaram a técnica isoladamente, sem associação sistemática a terapias comportamentais.²² Em protocolos pediátricos, a intensidade costuma variar entre 0,8 e 1,5 mA, com sessões de 20–30 minutos.²²

O primeiro estudo publicado sobre o assunto foi o de Schneider e Hopp (2011) com objetivo de compreender se a tDCS tem efeito sobre as habilidades de linguagem. Dez crianças com idade média de 9,8 anos que receberam uma sessão de tDCS anódica de 0.8 mA sobre o CPFDL-E por 30 minutos demonstraram melhoras significativas em tarefas de vocabulário e sintaxe.⁹¹

O CPFDL-E também foi a região alvo na pesquisa de Amatachaya et al. (2014)³⁹ cujo objetivo foi verificar os efeitos da tDCS sobre os sintomas e funcionamento global no TEA. Trata-se de um ensaio clínico, cruzado, duplo-cego no qual foram realizadas 5 sessões consecutivas de 20 minutos cada, com estimulação anódica de 1mA, e eletrodo cátodo estava posicionado no músculo deltóide do braço direito. Por ser um estudo "cruzado", após a primeira etapa de estimulação, foi respeitado um intervalo (*washout*) de 4 semanas. Participaram dele 20 crianças entre 5 e 8 anos. Os principais resultados indicaram diminuição estatisticamente significativa no escore da escala CARS ou Escala de Avaliação do Autismo na Infância, assim como em todos os domínios da Checklist de Avaliação do Tratamento do Autismo (ATEC), exceto o domínio linguagem, sete dias após a estimulação ativa. Amatachaya et al. (2015)⁹² fizeram outro estudo com o mesmo desenho do anterior, só que dessa vez testando o efeito de apenas 1 dia de estimulação. As crianças foram avaliadas antes, depois de 24, 48 e 72 horas e 7 dias após a estimulação. Na estimulação ativa, notou-se redução nos domínios "social", "problemas de saúde e comportamento" e no escore total da ATEC na avaliação após 7 dias. O mesmo não foi observado na estimulação placebo.

Seguindo a estimulação do CPFDL-E, mas agora com tDCS catódica, Gomez et al. (2017) conduziram um estudo com 24 crianças e adolescentes com TEA utilizando dois modos de neuromodulação: tDCS para participantes ≤ 10 anos e TMS para >11 anos. A escolha do arranjo misto foi justificada pelos autores pelo maior requisito de colaboração imposto pela TMS (estimulação mais focal), ao passo que a tDCS permite alguma movimentação e execução de atividades, sendo mais apropriada para crianças menores. No protocolo de tDCS, realizaram-se 20 sessões a 1 mA; o cátodo foi posicionado sobre o CPFDL-E e o ânodo sobre o músculo deltóide contralateral. Observou-se redução do comportamento autista em todas as escalas aplicadas mensuradas, com manutenção do efeito por até 6 meses. Não houve diferença significativa entre as modalidades de estimulação transcraniana (tDCS vs. TMS).⁹³

Com o objetivo de verificar possíveis alterações eletroencefalográficas após a aplicação da tDCS, Kang et al. (2018) realizaram um protocolo de 10 sessões de estimulação anódica sobre o CPFDL-E, sendo uma sessão a cada 2 dias, com duração de 20 minutos e corrente de 1mA. Participaram 26 crianças com TEA na faixa etária média de 6,5 anos, dessas crianças, 13 foram alocados para o grupo ativo, enquanto as outras 13 formaram o grupo controle e receberam a estimulação ao final do estudo. Para calcular as mudanças do eletroencefalograma (EEG), foi utilizado o método de razão de entropia máxima (MER). Os resultados mostraram que no grupo ativo o MER aumentou significativamente após a aplicação da tDCS, indicando uma mudança da frequência do EEG no CPFDL-E, fornecendo suporte para as evidências de que a tDCS pode modular a atividade cerebral.⁴¹

Na pesquisa de Hadoush et al. (2020), foi testado um tipo diferente de montagem, a chamada estimulação bilateral, na qual utilizaram dois eletrodos ânodos, que foram posicionados na região FC1 e FC2 do sistema internacional 10/20 de eletroencefalograma que, de acordo com os autores, cobrem uma área pré-frontal e uma área pré-motora e motora primária do córtex. Os eletrodos cátodos estavam posicionados também bilateralmente na região supraorbital (FP1 e FP2). Participaram da pesquisa 50 crianças e adolescentes com TEA entre 4 e 14 anos, sendo 25 alocadas no grupo de estimulação ativa e 25 no grupo controle. Foi realizado um total de 10 sessões com 20 minutos cada, a

intensidade utilizada foi de 1mA e os desfechos foram mensurados utilizando a escala ATEC. No grupo ativo, observou-se redução significativa nos prejuízos dos domínios “sociabilidade”, “saúde física e comportamento” e no total da ATEC, nos demais domínios, não houve diferença. No grupo controle, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada.⁴⁴

Zhou et al. (2020) também buscaram investigar as alterações de conectividade em crianças com TEA após a aplicação da tDCS. Nessa pesquisa, foi realizada uma sessão de tDCS anódica, de 1mA sobre o CPFDL-E com duração de 20 minutos. Participaram dela 38 crianças com idade média de 6,5 anos, sendo 18 no grupo de tDCS ativa e 20 no placebo. Os pesquisadores fizeram o exame de EEG cinco minutos antes da tDCS e logo após o término aplicação. De modo geral, foi observado aumento na flexibilidade das redes, bem como aumento na conectividade inter-hemisférica no grupo de tDCS ativa em relação ao controle. Esses achados sugerem que a estimulação anódica no CPFDL-E pode induzir alterações na excitabilidade cortical tanto em termos locais quanto globais no cérebro.⁴⁰

Por fim, Mahmoodifar e Sotoodeh (2020) desenvolveram uma pesquisa com o intuito de compreender se a tDCS anódica aplicada no córtex motor primário associada a treino motor resultaria em maior ganho do que a estimulação placebo junto com o treino. Participaram desse estudo 18 crianças e adolescentes com TEA na faixa etária de 6 a 14 anos, sendo 9 do grupo ativo e 9 do grupo controle e foram realizadas 10 sessões de estimulação (anódica ou placebo) com corrente de 1,5mA por 10 dias. Todos os participantes fizeram o treino motor junto, independente do grupo que foi alocado, além disso, todos passaram por duas etapas de avaliação do equilíbrio, sendo uma pré-intervenção e outra logo após os 10 dias de estimulação. Os resultados apontaram que os dois grupos tiveram melhora estatisticamente significativa após a intervenção, no entanto, o desempenho do grupo ativo foi significativamente superior ao do grupo controle, mostrando que a tDCS anódica no córtex motor primário potencializou os efeitos da terapia motora.⁴⁵

3 HIPÓTESE

Diante do potencial da tDCS anódica para facilitar a aprendizagem de estratégias motoras, formulou-se a hipótese de que, em crianças com TEA, a tDCS anódica sobre o CPFDL-E – área com padrões neurológicos disfuncionais no autismo - associada ao treinamento neurofuncional (treino de marcha em esteira + circuito de tarefas de controle postural) produziria ganhos superiores em mobilidade funcional, parâmetros espaço-temporais da marcha e equilíbrio funcional imediatamente após a intervenção, além de apresentar maior retenção desses ganhos 30 dias depois, quando comparada à tDCS sham aplicada com o mesmo protocolo de treinamento.

4 JUSTIFICATIVA

Alterações neurofuncionais e motoras são frequentes em crianças e adolescentes com TEA. Evidências recentes sugerem que a tDCS anódica aplicada sobre o CPFDL-E pode facilitar o aprendizado e atenuar alguns sintomas do TEA. Contudo, permanece uma lacuna na literatura quanto aos efeitos da tDCS anódica sobre esse alvo quando associada ao treinamento neurofuncional, especialmente no desempenho de atividades motoras, como marcha/mobilidade funcional e equilíbrio funcional de crianças com TEA. Considerando o potencial de otimização do efeito do treino motor e a expressiva interferência do TEA nas atividades motoras e na autonomia infantil, faz-se necessária uma compreensão mais robusta dos efeitos da tDCS nessa população. Por se tratar de um recurso considerado seguro, de baixo custo e de fácil aplicação, a tDCS pode vir a contribuir para a reabilitação de crianças com TEA, desde que se demonstre, de forma científica, que seus efeitos neurofisiológicos potencializam a aprendizagem de estratégias motoras voluntárias e o controle postural.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Comparar os efeitos de 10 sessões de treinamento neurofuncional associado à tDCS anódica ativa aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, em relação à tDCS sham, sobre a mobilidade funcional, os parâmetros espaço-temporais da marcha e o equilíbrio funcional em crianças com TEA.

5.2 Objetivos específicos

- Analisar a retenção dos efeitos 30 dias após o término das intervenções (*follow-up*), comparando treinamento neurofuncional + tDCS ativa versus treinamento neurofuncional + tDCS sham.
- Avaliar a mobilidade funcional pelo Timed Up and Go (TUG) instrumentado com sensor inercial em crianças com TEA.
- Avaliar o padrão de marcha pelos parâmetros espaço-temporais obtidos no Teste de Caminhada de 10 Metros (TC10m) instrumentado com sensor inercial em crianças com TEA.
- Avaliar o equilíbrio funcional pela Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP) em crianças com TEA.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Aspectos éticos

O estudo foi iniciado após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Evangélica de Goiás, com a coparticipação da Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, sob o número do parecer 7.124.125 (CAAE: 80630624.7.0000.5076). Todos os procedimentos de avaliação e de intervenção foram realizados na Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, Rio de Janeiro - RJ, em ambiente reservado e com agendamento individual. O estudo atendeu às Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo seres humanos, formuladas pelo Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, estabelecidas em 1996 e atualizadas pela Resolução CNS nº 466/2012. O protocolo do estudo foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) - RBR-3frh5bp.

Os responsáveis concordaram com a participação da criança por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1), no qual declararam ciência de que o procedimento ao qual seus filhos seriam submetidos era experimental, gratuito, seguro e voluntário. As crianças manifestaram concordância por meio do Termo de Assentimento (Anexos 2 – 3), lido e explicado individualmente. As explicações foram prestadas em linguagem simples e objetiva; a compreensão foi verificada por meio de checagens e reconfirmações. Após o esclarecimento, cada participante foi orientado a relatar os procedimentos para confirmar a compreensão; estando de acordo, assinou o Termo de Assentimento (ou teve sua participação representada pela assinatura do responsável quando não era capaz de assinar).

Todas as informações foram disponibilizadas para ciência e esclarecimento dos participantes e responsáveis, ficando estabelecido que a participação poderia ser interrompida a qualquer momento, sem prejuízo ou dano. A confidencialidade dos registros potencialmente identificáveis foi assegurada, em conformidade com as normas de privacidade e os princípios éticos aplicáveis.

Os procedimentos de intervenção placebo (tDCS sham) foram sempre realizados em associação a um tratamento ativo (treinamento neurofuncional), de modo a minimizar seu impacto para o participante. Além disso, os participantes e seus responsáveis foram informados acerca do uso do procedimento placebo antes do início do estudo.

6.2 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, que incluiu 24 crianças com diagnóstico de transtorno do espectro autista (TEA). Figura 1 apresenta as etapas do estudo, considerando as fases do ensaio clínico.

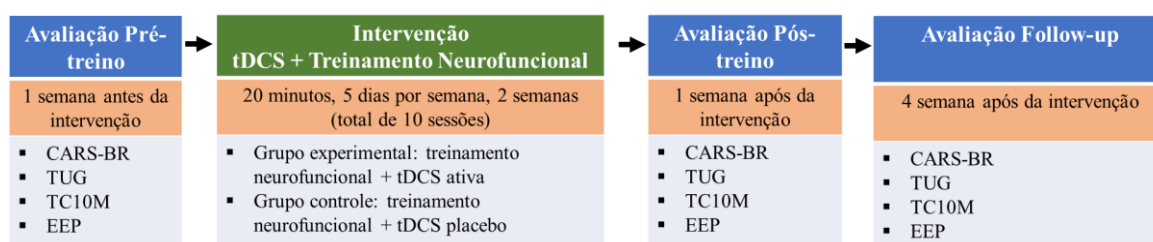


Figura 1. Fases do estudo – avaliações e intervenções.

Legenda: TUG: Timed up and go; TC10M: Teste da Caminhada de 10 Metros; EEP: Escala de Equilíbrio Pediátrica; tDCS: estimulação transcraniana por corrente contínua.

6.3 População do estudo

A amostra foi composta por 24 crianças com diagnóstico de TEA, triadas e convidadas na Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, Rio de Janeiro (RJ), Brasil. As crianças foram triadas para participação no estudo de acordo com os seguintes critérios:

- **Critérios de inclusão:**

- 1) Diagnóstico clínico confirmado de TEA;
- 2) Avaliação neurocomportamental padronizada que confirme o diagnóstico e categorize a gravidade do TEA;

- 3) TEA níveis I, II ou III, conforme o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 5ª edição (DSM-5);
- 4) Idade entre 3 e 8 anos;
- 5) Capacidade de compreender comandos verbais simples;
- 6) Ausência de alterações no esquema medicamentoso por, no mínimo, 6 meses antes do início e durante todo o estudo;
- 7) Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis;
- 8) Assentimento da criança, quando aplicável.

- **Critérios de exclusão:**

Foram excluídas crianças que:

- 1) Apresentavam diagnóstico de epilepsia ou haviam tido crises convulsivas nos 12 meses anteriores ao início do estudo;
- 2) Apresentavam outras doenças neurológicas, neuromusculares ou síndromes associadas ao TEA;
- 3) Havia sido submetidas a cirurgias ortopédicas ou neurológicas nos 12 meses prévios à intervenção;
- 4) Apresentavam deformidades ortopédicas com indicação cirúrgica;
- 5) Possuíam implantes encefálicos ou haviam realizado procedimento neurocirúrgico;
- 6) Possuíam implantes metálicos nas regiões de cabeça, pescoço, tórax e/ou membros superiores;
- 7) Utilizavam aparelhos auditivos;
- 8) Apresentavam grau de colaboração incompatível com o desempenho adequado das atividades propostas.

6.4 Randomização, alocação e cegamento

A randomização foi realizada utilizando um programa capaz de gerar números aleatórios para distribuir os participantes para uma das duas intervenções do estudo:

- Grupo experimental: treinamento neurofuncional associada a tDCS anódica sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo;
- Grupo controle: treinamento neurofuncional associado a tDCS placebo.

A randomização foi estratificada pela gravidade do TEA, conforme a CARS-BR (leve, moderado e grave). Para cada estrato, a sequência de alocação foi preparada por pesquisador independente e lacradas em envelopes opacos, selados e numerados sequencialmente, assegurando alocação oculta. Após a inclusão do participante (elegibilidade confirmada e avaliação de linha de base concluída), um administrador independente abriu o envelope correspondente e informou apenas ao profissional responsável pela intervenção a condição alocada. Esse profissional não integrou a equipe de avaliação nem teve acesso aos dados dos participantes.

Os avaliadores, as crianças e seus responsáveis permaneceram cegos quanto à alocação; a informação somente foi revelada após a conclusão do estudo. O terapeuta responsável pela intervenção não pôde ser cegado, pois precisava selecionar no equipamento a condição “ativa” ou “sham”; ele não participou de quaisquer procedimentos de avaliação.

6.5 Desfechos do estudo

Todos os procedimentos de avaliação foram realizados na Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids (Rio de Janeiro), no mesmo local das intervenções, em ambiente reservado, com agendamento individual e horário previamente marcado conforme a disponibilidade do responsável. Os participantes foram avaliados em três momentos: pré-intervenção (uma semana antes), pós-intervenção (uma semana após) e follow-up (4 semanas após o término das intervenções).

Classificação do TEA — CARS-BR.

A Escala de Classificação de Autismo Infantil (*Childhood Autism Rating Scale* – versão brasileira, CARS-BR) será utilizada para estimar a gravidade dos sintomas do TEA por avaliador treinado, com base na observação direta da criança e em informações fornecidas pelos pais/responsáveis. Trata-se de uma

escala observacional de 15 itens, apropriada para crianças a partir de 2 anos de idade, que auxilia a identificar o TEA e a diferenciá-lo de outros transtornos do desenvolvimento, incluindo quadros com deficiência intelectual. Cada item é pontuado de 1 (dentro dos limites da normalidade) a 4 (sintomas graves), resultando em escore total de 15 a 60; escores mais altos indicam maior gravidade (diferença entre TEA leve-moderado e grave). A CARS-BR foi adaptada e validada para o português do Brasil, apresentando escores objetivos e quantificáveis, boa aplicabilidade clínica e utilidade como medida de gravidade.⁹⁴

Desfecho primário

Mobilidade funcional — TUG Instrumentado

A mobilidade funcional foi avaliada pelo TUG instrumentado com sensor inercial (G-Sensor®, BTS Bioengineering), instrumento amplamente empregado para mensurar desempenho funcional. O TUG quantifica, em segundos, o tempo necessário para o indivíduo levantar-se de uma cadeira padronizada (sem braços), caminhar 3 metros, girar 180°, retornar e sentar-se novamente (Figura 2), em velocidade auto-selecionada e sob condições de segurança.⁹⁵



Fonte: Ortega-Bastidas et al. 2023.⁹⁶

Figura 2. Ilustração do Timed Up and Go Instrumentado.

Cada criança realizou três testes: dois de familiarização e um destinado à análise. A cadeira teve altura compatível com a estatura (90° de flexão de joelhos), a distância foi demarcada com 3 m e o ponto de giro foi sinalizado por cone. O sensor inercial foi posicionado conforme a recomendação do fabricante na região lombo-sacra (L5–S1), fixado com cinta elástica, e os dados foram transmitidos sem fio para processamento no BTS G-Studio®. O procedimento completo demandou cerca de 10 minutos por participante. No TUG as variáveis extraídas foram:

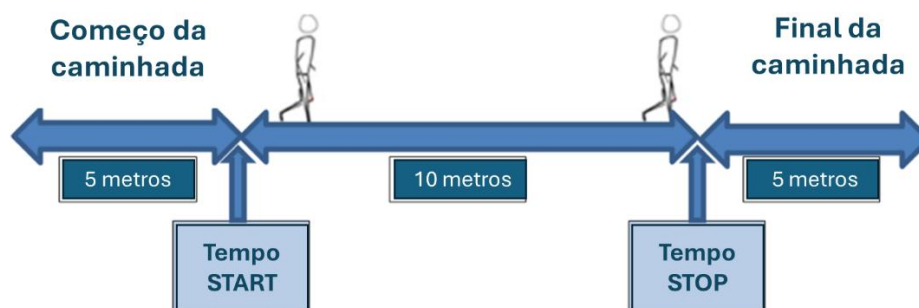
- Tempo total do TUG (s).
- Fases temporais (s): sentado→em pé, marcha de ida, giro intermediário (180°), marcha de volta, giro final (180°) e em pé→sentado.
- Cinemática do tronco (plano sagital, °): picos de flexão e extensão do tronco nas transições sentado→em pé e em pé→sentado.

Todas as mensurações foram padronizadas em comandos verbais simples (orientação e direcionamento dos participantes nas etapas, quando necessário) e intervalos de descanso entre os testes (2 minutos).

Desfechos secundários

Parâmetros espaço-temporais da marcha – TC10M Instrumentado

Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram avaliados durante a execução do TC10M Instrumentado. As crianças foram posicionadas em pé na linha de partida e instruídas a caminhar em velocidade auto-selecionada por 10 m (ida) (Figura 3).



Fonte: Julie Richardson, Escola de Ciências da Reabilitação da Universidade McMaster.

Figura 3. Ilustração do Teste da Caminhada de 10 Metros.

A aquisição foi realizada com sensor inercial (G-Sensor®, BTS Bioengineering, Itália, Figura 4), fixado com cinta elástica sobre a região lombossacra (L5–S1), conforme recomendação do fabricante. O sistema opera a 50 Hz; os dados foram transmitidos por Bluetooth a um computador e processados no BTS G-Studio® (v. 2.6.12.0), que estima automaticamente as variáveis espaço-temporais por algoritmos validados.¹⁶



Fonte: Manual da BTS Bioengenharia.

Figura 4. G-sensor, BTS Bioengenharia.

Cada participante realizou tentativas: duas para familiarização e uma destinada à análise. As condições de avaliação – participante calçado, em superfície regular e com comandos verbais simples para orientação quando necessário - foram padronizadas e mantidas constantes entre participantes e momentos de avaliação. O procedimento teve duração média de ~10 minutos por criança.

As variáveis mensuradas foram:

- Tempo total (s)
- Velocidade de marcha (m/s)
- Cadência (passos/min)
- Comprimento da passada (m)
- Comprimento do passo – esquerdo e direito (% do comprimento da passada)
- Fase de apoio (% do ciclo)

- Propulsão
- Índice de simetria

As séries de avaliações foram inspecionadas quanto à integridade do sinal e artefatos; eventuais tentativas inválidas (p. ex., interrupções, perda de fixação do sensor) foram repetidas. As instruções verbais foram simples e padronizadas, e intervalos de descanso de 2 minutos foram oferecidos quando entre os testes.

Equilíbrio funcional – Escala de Equilíbrio Pediátrica

A EEP é um instrumento observacional que mensura o equilíbrio funcional em crianças, contemplando tarefas estáticas e dinâmicas do cotidiano. É derivada da Berg Balance Scale e foi adaptada e validada para a população pediátrica; há versão traduzida e adaptada para o Brasil com evidências de validade e confiabilidade. A EEP permite monitorar evolução clínica e quantificar o efeito de intervenções em crianças com diversas condições neurológicas e do neurodesenvolvimento.^{97,98}

A EEP contém 14 tarefas funcionais, cada uma pontuada de 0 a 4, totalizando 0–56 pontos. A seguir os itens são apresentados:

1. Sentar → ficar em pé
2. Manter-se em pé sem apoio
3. Sentar sem apoio
4. Ficar em pé → sentar
5. Transferências (entre assentos)
6. Em pé com olhos fechados
7. Em pé com pés juntos
8. Alcançar à frente com braço estendido
9. Pegar objeto no chão a partir da posição em pé
10. Girar para olhar por cima dos ombros
11. Girar 360°
12. Colocar alternadamente o pé no degrau
13. Manter posição em “passo tandem” (um pé à frente do outro)
14. Apoio unipodal (um pé só)

Os escores mais altos indicam melhor desempenho. A aplicação foi realizada por avaliadores treinados, seguindo instruções padronizadas e

garantindo segurança e privacidade. O tempo de aplicação foi de aproximadamente 15–20 minutos. Para minimizar vieses, foram adotados critérios objetivos de pontuação e registro de observações, como por exemplo, uso de estratégias de apoio.

6.6 Procedimentos da pesquisa

6.6.1 Procedimentos de intervenção

As dez sessões de intervenção foram realizadas ao longo de duas semanas consecutivas, cinco sessões por semana (de segunda a sexta-feira). Na chegada, o participante e seus responsáveis receberam orientações e foram preparados para a sessão. Em seguida, o sistema de tDCS foi posicionado e iniciou-se a intervenção de 20 minutos, composta pelo treinamento neurofuncional associado à tDCS (ativa ou sham). Ao término de cada sessão, investigaram-se e registraram-se possíveis eventos adversos.

- **Estimulação transcraniana por corrente contínua:** A estimulação transcraniana foi aplicada com um aparelho tDCS (Soterix Medical Inc., USA) por meio de dois eletrodos-esponja de superfície (5x7cm², não-metálicos), umedecidos em solução salina. Seguindo o sistema internacional 10-20 de eletroencefalograma,⁹⁹ a tDCS foi aplicada com o eletrodo ânodo posicionado sobre o CPFDL-E (F3) e o eletrodo cátodo sobre a região do músculo deltóide direito (montagem extracefálica). No grupo experimental, aplicou-se corrente direta constante de 1 mA durante 20 minutos, concomitante ao treinamento neurofuncional, com rampa de subida de 30 s até 1 mA, manutenção por 20 minutos e rampa de descida de 30 s. Na condição sham (placebo), o dispositivo realizou apenas a rampa de subida até 1 mA por 30 s e, em seguida, interrompeu a estimulação, reproduzindo a sensação inicial sem administrar corrente no restante do período. Este procedimento é amplamente empregado como controle em estudos de tDCS.
- **Treinamento neurofuncional:** Imediatamente após o início da estimulação transcraniana (ativa ou sham), ambos os grupos realizaram o treinamento neurofuncional, composto pelo treino de marcha em esteira

e por circuito de atividade de controle postural. As sessões foram individuais e conduzidas por fisioterapeuta treinado e experiente. O protocolo teve duração total de 20 minutos, divididos em duas etapas de 10 minutos cada. Na primeira etapa, realizou-se treino de marcha em esteira ergométrica por 10 minutos. A velocidade foi individualizada a cada sessão, definida como a máxima em que a criança se mantinha capaz de caminhar com apoio adequado dos pés no contato inicial e ao longo da fase de apoio. Nos 2 minutos iniciais, a velocidade foi aumentada gradualmente; manteve-se constante no período intermediário; e foi reduzida gradualmente nos 2 minutos finais. Períodos de repouso foram autorizados conforme sinais de fadiga ou solicitação do participante.¹⁰⁰

A segunda etapa consistiu em um circuito voltado ao controle postural, com atividades selecionadas a partir do desempenho na EEP. O circuito incluía quatro exercícios executados por 40 segundos cada, com 20 segundos de repouso entre eles, constituindo um ciclo completo; cada participante realizou dois ciclos completos, com intervalo de 2 minutos entre eles. Em ordem fixa, os exercícios foram: (1) alcançar um alvo em pé; (2) manutenção da postura em pé sobre prancha instável; (3) saltos bipodais e unipodais em colchonetes; e (4) marcha “calcanhar-a-dedos” em linha. Os exercícios foram demonstrados previamente; durante a execução, forneceram-se pistas verbais e visuais breves, e a assistência física foi apenas preventiva. A complexidade do circuito foi ajustada em tempo real por progressões/regressões, incluindo modulação da distância/altura do alvo; ajuste do espaçamento das marcações de salto; redução da base de apoio; introdução de transferências de peso ântero-posteriores e médio-laterais; progressão para apoio unipodal; e, na marcha em linha, redução da largura da linha, aumento da distância e inclusão de viragens. A fidelidade do protocolo foi assegurada pela manutenção do mesmo fisioterapeuta para cada participante e pela realização das sessões em ambiente equivalente ao da fisioterapia habitual, com copresença do fisioterapeuta responsável pelo acompanhamento semanal.¹⁰¹

6.7 Análise estatística

As análises seguiram o princípio de intenção de tratar. Em caso de perdas ao longo do estudo, adotou-se o procedimento last observation carried forward (LOCF) para imputação dos dados nas avaliações pós-intervenção. A normalidade foi verificada pelo teste de Kolmogorov–Smirnov. Variáveis com distribuição aproximadamente normal foram expressas como média \pm desvio-padrão e/ou intervalo de confiança de 95% (IC95%). Para avaliar os efeitos da intervenção, empregou-se ANOVA de dois fatores, com grupo (tDCS ativa vs. sham) e tempo (pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up). Quando pertinente, realizou-se pós-teste de Bonferroni. Os desfechos constituíram as variáveis dependentes. O tamanho de efeito foi estimado pelo Cohen's d e categorizado como pequeno ($\approx 0,2$), médio ($\approx 0,5$) e grande ($\geq 0,8$). Adotou-se $\alpha = 0,05$ (bilateral) como nível de significância.

7 RESULTADOS

Um total de 58 crianças com TEA foi triado na clínica de neuroreabilitação. Destas, 24 preencheram os critérios de elegibilidade, foram convidadas a participar, forneceram consentimento livre e esclarecido e completaram todas as etapas do protocolo do estudo, sem perdas após a inclusão. A Figura 5 apresenta o fluxograma do estudo, detalhando as fases de triagem, elegibilidade e acompanhamento, bem como o número de participantes em cada etapa.

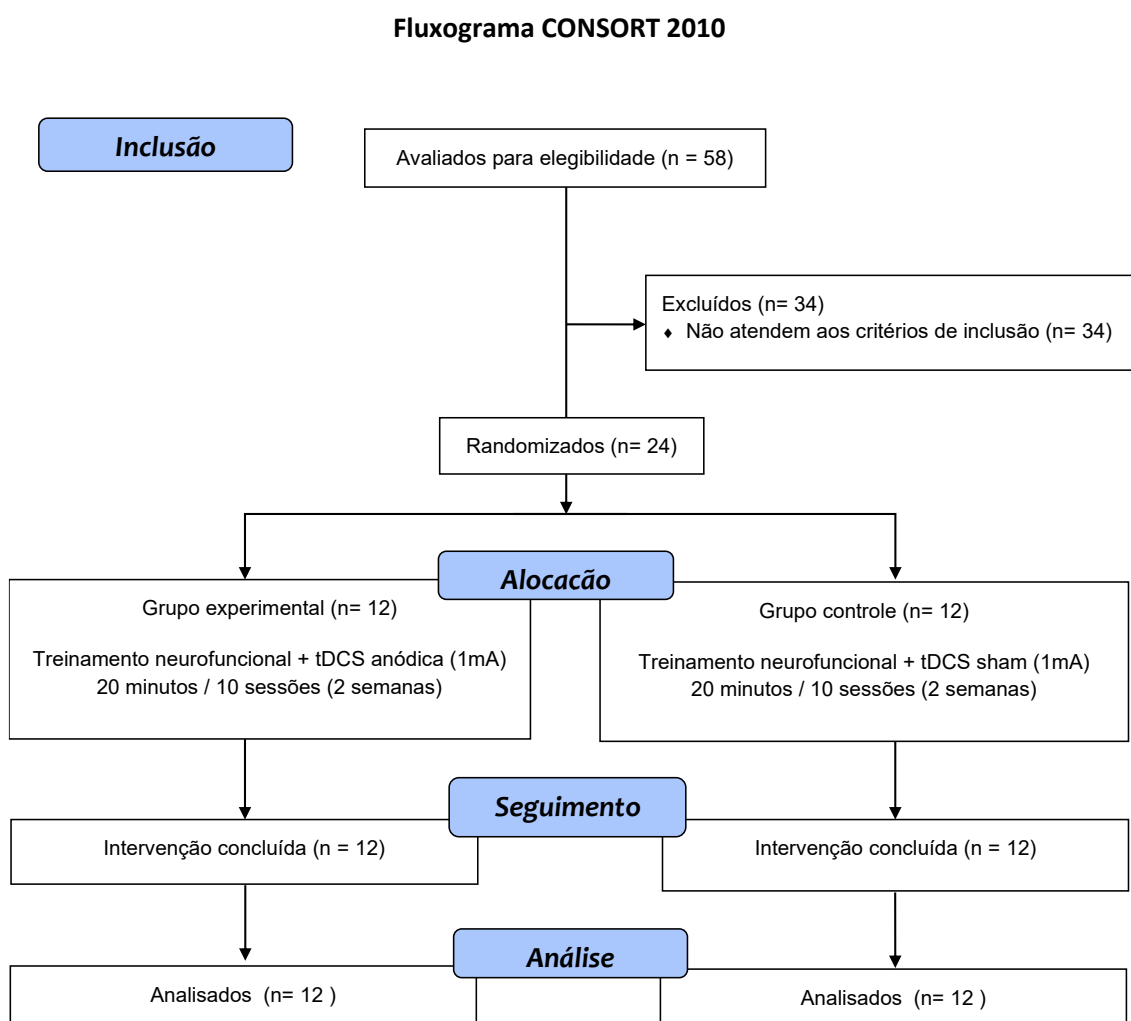


Figura 5. Fluxograma do estudo de acordo com o CONSORT.

A Tabela 1 descreve as características clínicas e as variáveis analisadas na avaliação pré-intervenção (linha de base). Os grupos mostraram-se comparáveis, sem diferenças estatisticamente significativas nas características

clínicas nem no desempenho nas medidas de desfecho, indicando equivalência inicial entre os braços do estudo.

Tabela 1. Características clínicas e desfechos analisados no estudo no omento da avaliação pré-intervenção dos grupos experimental e controle.

	Grupo Experimental	Grupo Controle	<i>P</i>
Gênero			
Masculino	7	9	
Feminino	5	3	
Idade (anos)	6,8 ± 1,0	6,7 ± 1,7	0,86
Estatura (cm)	1.27 ± 0.05	1.24 ± 0.08	0,28
IMC (kg/m ²)	21.4 ± 7.0	19.5 ± 1.7	0,37
CARS	35,7 ± 8,5	35,0 ± 8,2	0,84
Nível de Suporte			
Nível 1	4	4	
Nível 2	3	3	
Nível 3	5	5	
TUG (s)	17,9 ± 5,1	16,5 ± 3,3	0,43
TC10M - velocidade (m/s)	0,9 ± 0,27	1,2 ± 0,69	0,17
TC10M – cadência (passos/min)	111,4 ± 21,9	115,9 ± 30,1	0,68
Escala de Equilíbrio Pediátrica	42,6 ± 8,2	43,7 ± 9,2	0,76

Todos os participantes toleraram adequadamente os procedimentos de avaliação e de intervenção, concluindo todas as fases do estudo. Foi necessário um período de adaptação relacionado ao posicionamento dos eletrodos: no intervalo entre a avaliação inicial e o primeiro dia de intervenção, as faixas elásticas para fixação dos eletrodos foram colocadas pelos responsáveis das crianças e/ou por seus terapeutas.

Não foram relatados efeitos adversos ou intercorrências por familiares ou pela equipe responsável pelas avaliações e intervenções. Entre as crianças expostas à tDCS ativa, observaram-se prurido (“sensação de coceira”) e eritema leves no sítio de posicionamento dos eletrodos; ainda assim, todas completaram o treinamento neurofuncional durante a aplicação da tDCS (ativa e sham).

Desfecho primário

Mobilidade funcional – TUG Instrumentado

O TUG foi definido como desfecho primário por mensurar, de forma funcional, a mobilidade dos participantes (tempos menores indicam melhor desempenho). A análise de variância mostrou diferença entre os grupos ao longo das avaliações ($F_{(2,44)}=4,6$; $p=0,014$). Na pós-intervenção, a diferença entre as médias dos grupos foi de $-2,69$ s (IC95%: $-6,2$ a $0,8$ s; $p=0,17$), sugerindo efeito moderado da estimulação transcraniana por corrente contínua ativa (tDCS; $d=0,79$), embora sem significância estatística. No follow-up, observou-se redução adicional do tempo no grupo experimental em relação ao controle, com diferença de $-4,023$ s (IC95%: $-6,753$ a $-1,292$ s; $p=0,002$) e grande magnitude de efeito ($d=1,5$). A Figura 6 apresenta as médias e os desvios-padrão do tempo de execução do TUG em ambos os grupos.

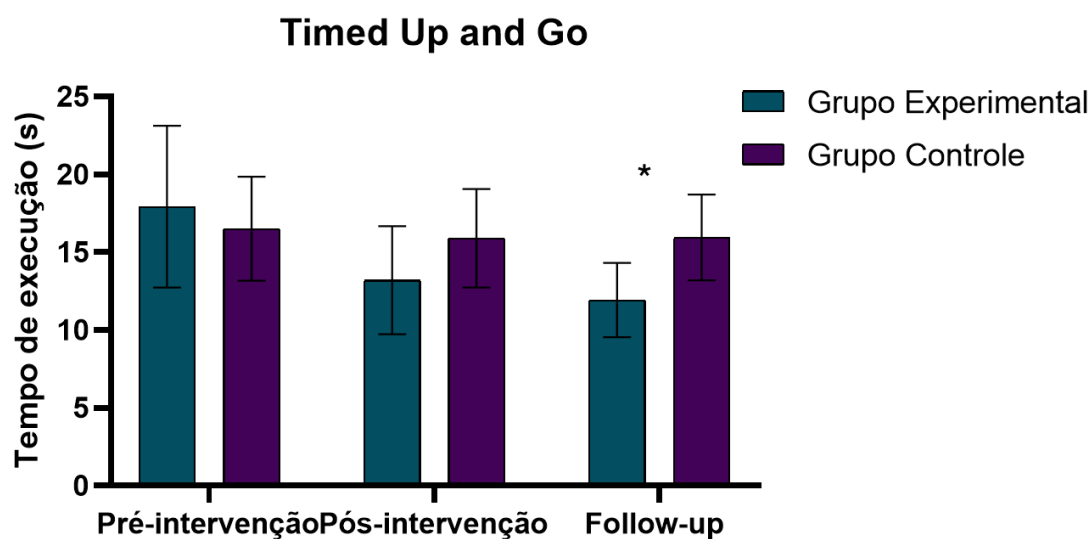


Figura 6. Tempo de execução no Timed Up and Go (s), comparando o grupo experimental (tDCS ativa + treino neurofuncional) e o grupo controle (tDCS sham + treino neurofuncional). * $p<0.05$.

Em relação às demais variáveis analisadas durante a execução do TUG instrumentado com sensor inercial — transição sentar-para-ficar em pé (duração; acelerações ântero-posterior, médio-lateral e vertical), transição ficar em pé-

para-sentar (duração; acelerações ântero-posterior, médio-lateral e vertical), virada média (duração e velocidade) e virada final (duração e velocidade) — a análise de variância não identificou efeitos da tDCS ativa associada ao treino neurofuncional, em comparação à tDCS sham ($p > 0,05$ em todas as análises). A Tabela 2 apresenta as médias \pm desvios-padrão dessas variáveis obtidas durante o TUG instrumentado.

Tabela 2. Variáveis estudadas pelo *Timed Up and Go* Instrumentado — valores de média \pm desvio-padrão para os grupos experimental e controle em pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up.

	Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-intervenção	Pó-intervenção	Follow-up	Pré-intervenção	Pó-intervenção	Follow-up
Sentado para levantar						
Duração da fase (s)	1,7 ± 0,7	1,6 ± 1,5	1,6 ± 1,3	1,5 ± 0,9	1,6 ± 1,2	1,3 ± 0,7
Aceleração anterior-posterior (m/s ²)	7,4 ± 5,9	5,9 ± 5,6	6,8 ± 3,5	8,0 ± 4,5	9,1 ± 3,8	6,2 ± 3,2
Aceleração lateral (m/s ²)	7,0 ± 6,0	4,5 ± 2,7	4,9 ± 2,0	8,1 ± 5,5	7,2 ± 4,5	4,9 ± 2,4
Aceleração vertical (m/s ²)	8,1 ± 4,6	7,5 ± 3,5	8,3 ± 2,5	7,7 ± 4,0	9,3 ± 4,7	7,9 ± 2,9
Em pé para sentar						
Duração da fase (s)	2,5 ± 1,6	1,6 ± 1,5	1,9 ± 1,8	2,3 ± 1,2	1,1 ± 0,4	1,5 ± 1,1
Aceleração anterior-posterior (m/s ²)	9,4 ± 4,5	8,4 ± 4,9	10,0 ± 7,3	10,3 ± 5,1	10,3 ± 4,7	9,3 ± 3,4
Aceleração lateral (m/s ²)	8,8 ± 3,5	8,8 ± 4,2	11,3 ± 8,9	9,1 ± 5,0	10,1 ± 4,1	9,1 ± 2,7
Aceleração vertical (m/s ²)	12,2 ± 5,0	13,7 ± 6,9	12,0 ± 4,0	10,9 ± 12,0	12,0 ± 4,5	10,0 ± 4,7

Virada Média 180°

Duração da fase (s)	3,5 ± 2,0	2,1 ± 2,1	2,2 ± 1,4	2,3 ± 1,2	2,7 ± 2,5	2,0 ± 1,6
Velocidade média da rotação (°/s)	69,7 ± 38,2	91,8 ± 32,4	69,4 ± 47,7	65,7 ± 4,0	82,3 ± 41,7	98,2 ± 49,9

Virada Final 180°

Duração da fase (s)	3,5 ± 2,0	2,1 ± 1,2	2,2 ± 1,4	2,3 ± 1,2	2,6 ± 2,5	2,0 ± 1,6
Velocidade média da rotação (°/s)	88,2 ± 23,7	116,1 ± 50,1	101,0 ± 64,0	96,4 ± 30,9	95,4 ± 61,7	102,3 ± 51,4

Desfechos secundários

Parâmetros espaço-temporais da marcha — TC10m instrumentado

Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram avaliados pelo TC10m instrumentado com sensor inercial. A análise de variância não identificou diferenças entre os grupos nos três momentos para as variáveis espaço-temporais — velocidade, cadência, fase de apoio, simetria, comprimento da passada, comprimento do passo e propulsão dos membros inferiores (direito e esquerdo) — ($p>0,05$ em todas as análises). As médias \pm desvios-padrão dos dois grupos, nos três momentos de avaliação, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros espaço-temporais obtidos no Teste da Caminhada de 10 Metros (TC10M) — valores de média \pm desvio-padrão para os grupos experimental e controle em pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up.

	Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-intervenção	Pó-intervenção	Follow-up	Pré-intervenção	Pó-intervenção	Follow-up
Velocidade (m/s)	0,97 ± 0,27	1,0 ± 0,29	1,0 ± 0,27	1,2 ± 0,69	0,9 ± 0,29	1,0 ± 0,48
Cadência (passos/min)	111,4 ± 21,9	127,0 ± 11,9	123,9 ± 28,9	115,9 ± 30,1	111,4 ± 30,5	110,8 ± 20,4
Fase de apoio (%)	58,5 ± 5,7	61,6 ± 1,8	61,4 ± 3,3	59,4 ± 3,3	61,3 ± 2,5	59,1 ± 4,4
Índice de simetria	84,5 ± 12,9	93,9 ± 3,3	91,0 ± 11,6	76,0 ± 36,2	91,7 ± 5,6	89,1 ± 8,7
Membro Inferior Esquerdo						
Comprimento da passada (m)	1,1 ± 0,17	0,97 ± 0,24	1,2 ± 0,28	1,1 ± 0,48	1,0 ± 0,43	1,1 ± 0,17
Comprimento do passo (% do comp. da passada)	50,3 ± 3,2	50,1 ± 3,5	50,3 ± 2,7	48,5 ± 5,2	46,3 ± 15,3	53,0 ± 8,3
Propulsão	8,5 ± 2,6	8,4 ± 1,9	9,4 ± 2,6	9,7 ± 3,7	9,6 ± 4,2	9,3 ± 3,2
Membro Inferior Direito						
Comprimento da passada (m)	1,1 ± 0,25	0,98 ± 0,23	1,1 ± 0,61	1,3 ± 0,53	1,1 ± 0,50	1,1 ± 0,39

Comprimento do passo (% do comp. da passada)	$49,6 \pm 3,2$	$49,8 \pm 3,5$	$49,6 \pm 2,7$	$51,5 \pm 5,2$	$51,5 \pm 3,9$	$46,9 \pm 8,3$
Propulsão	$8,7 \pm 3,4$	$8,7 \pm 2,1$	$9,6 \pm 1,9$	$8,6 \pm 1,9$	$9,0 \pm 2,7$	$9,6 \pm 3,1$

Equilíbrio funcional - EEP

O equilíbrio funcional foi avaliado pela EEP. A análise de variância indicou que o grupo experimental apresentou médias superiores às do grupo controle nas avaliações pós-intervenção e de follow-up ($F_{(2,44)}=14,6$; $p<0,001$). Especificamente, na avaliação pós-intervenção observou-se diferença entre médias de 6,417 (IC95%: -0,4385 a 13,27; $p=0,049$; $d=1,0$) e, no follow-up, de 7,417 (IC95%: 0,9484 a 13,88; $p=0,023$; $d=1,2$), evidenciando desempenho superior do grupo experimental na EEP, com grande magnitude de efeito em comparação ao controle. A Figura 7 apresenta as médias e desvios-padrão de ambos os grupos na EEP.

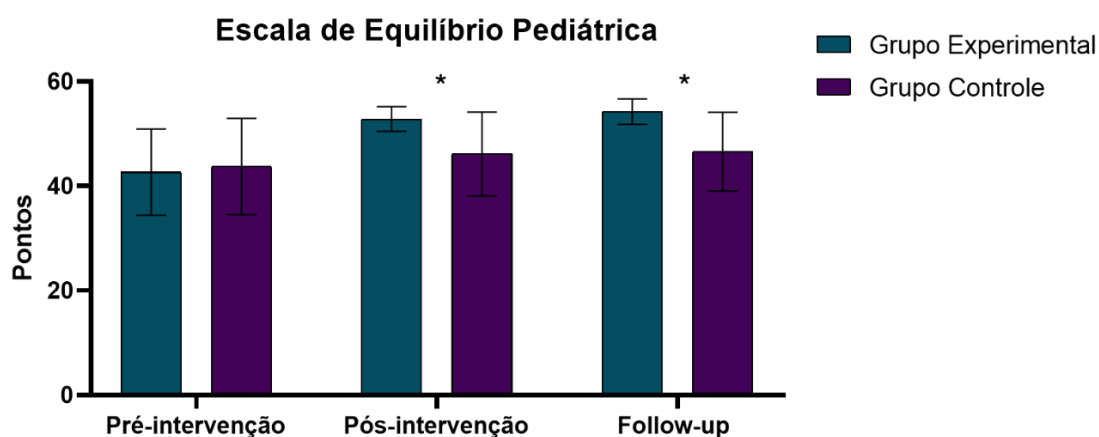


Figura 7. Escala de Equilíbrio Pediátrica, comparando o grupo experimental (tDCS ativa + treino neurofuncional) e o grupo controle (tDCS sham + treino neurofuncional). * $p<0.05$.

8 DISCUSSÃO

O presente ensaio clínico demonstrou que a combinação de tDCS anódica sobre o CPFDL-E e treinamento neurofuncional é segura e está associada a melhorias significativas no equilíbrio funcional, com grande magnitude de efeito no pós-intervenção e manutenção após 30 dias. Observou-se ainda redução do tempo no TUG no follow-up, sugerindo retenção e consolidação do aprendizado motor. Por outro lado, os parâmetros espaço-temporais da marcha e as variáveis instrumentadas do TUG não diferiram entre grupos, o que sugere efeitos mais pronunciados sobre estratégias de controle postural do que sobre a cinemática locomotora.

Os estudos prévios abordando os efeitos da tDCS em crianças com TEA, relatam reduções de sintomas globais, ganhos em linguagem verbal e não verbal e memória de trabalho, além de modulação eletroencefalográfica com aumento de conectividade funcional. Ensaio publicado na última década^{40,41,43,93} sustentam a plausibilidade biológica de modular redes pré-frontais no autismo, com protocolos de 0,8–1,5 mA por 20–30 min e perfil de segurança favorável, em região sabidamente marcada por padrões disfuncionais de excitabilidade. Contudo, poucos trabalhos investigaram desfechos motores funcionais e, quando o fizeram, em geral avaliaram a tDCS de forma isolada, sem associação sistemática a treino motor orientado à tarefa. Nesse contexto, o presente estudo amplia a literatura ao demonstrar benefícios no equilíbrio funcional e na mobilidade (TUG) quando a tDCS é aplicada durante um protocolo motor estruturado.

Quando se consideram os efeitos da tDCS associada ao treinamento motor, como o treino de marcha, a base de evidências pediátrica é praticamente restrita à paralisia cerebral (PC).^{89,102–106} Nessa condição, há mais ensaios que combinam tDCS — comumente sobre o córtex motor primário ou o cerebelo — com treino de marcha/controle postural, relatando ganhos em velocidade de marcha, função motora grossa e equilíbrio, sobretudo quando a estimulação é aplicada simultaneamente ao treino em 10 sessões ao longo de duas semanas. Além dos efeitos imediatos, alguns estudos mostram retenção de resultados por até 30 dias. Embora o alvo cortical e a condição clínica sejam distintos, o princípio translacional é semelhante: parear neuromodulação à prática motora específica

aumenta a probabilidade de plasticidade dependente de atividade e de ganhos duradouros. A convergência entre as melhoras de mobilidade e equilíbrio observadas neste ensaio em crianças com TEA e a experiência em PC respalda a adoção clínica criteriosa de paradigmas combinados, com protocolos padronizados, monitoramento de segurança e metas funcionais claras.

Um aspecto relevante e intrigante refere-se às mudanças observadas no tempo de execução do TUG e no equilíbrio funcional, sem alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha. Para explicar esse achado, levantam-se hipóteses que demandam teste em estudos futuros: (1) Especificidade do alvo (CPF DL-E), com maior influência sobre controle executivo/postural do que sobre geradores espinhais e áreas motoras primárias que modulam cadência e comprimento do passo;^{102,107} (2) Conteúdo/dose do treino, que priorizou controle postural e prática de esteira de intensidade moderada, possivelmente insuficiente para modificar variáveis espaço-temporais em apenas duas semanas;^{108,109} (3) Sensibilidade dos desfechos, dado que métricas espaço-temporais podem exigir amostras maiores, períodos mais longos de treino ou alvos alternativos de estimulação — como córtex motor primário ou cerebelo¹⁰⁹ — para que mudanças sejam detectáveis.

Além disso, a ausência de alterações cinemáticas mensuráveis após a tDCS não implica falta de efeito neural. Estudos prévios indicam que a tDCS não modifica diretamente o movimento, mas atua modulando a excitabilidade cortical e a resposta adaptativa a tarefas motoras.^{110,111} Assim, seus efeitos tendem a emergir de forma mais sutil, refletindo maior integração sensório-motora e refinamento de estratégias posturais, em vez de mudanças imediatas em parâmetros espaço-temporais.

O CPF DL-E desempenha papel central nas funções executivas, integrando processos de atenção, memória de trabalho, planejamento, regulação emocional e controle motor. Atua como um centro de modulação *top-down* sobre o comportamento, interagindo com o córtex motor, o cerebelo e os núcleos da base para ajustar respostas motoras e cognitivas às demandas ambientais.¹¹² Em crianças com TEA, há ampla evidência de hipoatividade pré-frontal e disfunção de conectividade entre o CPF DL e outras regiões corticais e subcorticais, associadas a déficits de atenção sustentada, controle postural,

flexibilidade cognitiva e autorregulação.^{113,114} Nessa perspectiva, a tDCS anódica aplicada sobre o CPFDL-E busca restaurar a excitabilidade cortical e modular o equilíbrio entre neurotransmissão excitatória (glutamatérgica) e inibitória (GABAérgica), promovendo um estado de plasticidade facilitada.

Evidências de neuroimagem demonstram que a estimulação anódica do CPFDL-E aumenta a conectividade funcional entre regiões pré-frontais e parietais, bem como com o córtex cingulado anterior, áreas relacionadas à atenção, planejamento motor e autorregulação comportamental.¹¹⁵ Essa reorganização funcional pode explicar a melhora no equilíbrio e no controle postural observada no presente estudo, mesmo na ausência de mudanças nos parâmetros espaço-temporais da marcha.

A aplicação simultânea da tDCS e do treino neurofuncional potencializa mecanismos de plasticidade dependente de atividade, reforçando as conexões sinápticas ativadas durante a prática motora. Essa sinergia pode criar uma “janela de plasticidade pré-frontal” que favorece o aprendizado e a consolidação de estratégias motoras e cognitivas. A modulação do CPFDL-E também repercute sobre circuitos fronto-cerebelares, influenciando a coordenação motora e o ajuste fino postural — aspectos críticos para o desempenho nas tarefas de equilíbrio e mobilidade.

Em estudos com PC, nos quais a tDCS é aplicada sobre o córtex motor primário ou cerebelo durante o treino locomotor, observa-se um princípio translacional semelhante: parear a estimulação elétrica à prática orientada à tarefa aumenta a probabilidade de plasticidade duradoura. Essa convergência reforça a importância de protocolos combinados, monitorados e individualizados, especialmente em populações pediátricas com TEA.

Os resultados deste estudo indicam que a tDCS anódica sobre o CPFDL-E combinada ao treino orientado à tarefa é viável, segura e potencialmente eficaz em crianças com TEA, promovendo ganhos sustentados em equilíbrio funcional. O perfil de segurança observado — restrito a prurido ou eritema leve — foi compatível com o descrito na literatura, reforçando a aplicabilidade clínica da técnica sob supervisão adequada. A escolha do alvo pré-frontal mostra-se particularmente adequada quando as metas terapêuticas priorizam controle postural, atenção e planejamento motor. No entanto, se o objetivo for modificar

parâmetros cinemáticos da marcha, o protocolo pode necessitar de ajustes, como maior intensidade do treino locomotor ou exploração de alvos corticais alternativos, como o córtex motor primário e o cerebelo.

Por fim, são necessários estudos com amostras maiores, delineamentos multicêntricos e acompanhamento prolongado para elucidar a magnitude clínica e a durabilidade dos efeitos observados, bem como para identificar biomarcadores de resposta à estimulação e aprimorar a precisão dos protocolos. A inclusão de medidas neurofisiológicas — como potenciais evocados motores, conectividade funcional (EEG-fMRI) e índices de excitabilidade cortical — poderá contribuir para compreender os mecanismos subjacentes e diferenciar respondedores de não respondedores. Além disso, o refinamento de parâmetros de dose, tempo de aplicação, polaridade e posicionamento dos eletrodos é essencial para otimizar a eficácia e segurança da intervenção em populações pediátricas heterogêneas. Um período de acompanhamento mais extenso, de 60 a 90 dias ou mais, permitiria avaliar a retenção e consolidação dos ganhos funcionais e determinar se a tDCS produz efeitos duradouros no comportamento motor e no equilíbrio, ou se seus benefícios dependem de reaplicações periódicas para manutenção.

9 CONCLUSÃO

Neste ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, a tDCS anódica aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, associada ao treinamento neurofuncional, mostrou-se segura e factível em crianças com TEA. A intervenção sugere melhorias clínicas no equilíbrio funcional (EEP) imediatamente após o protocolo e mantidas após 30 dias, e uma melhora da mobilidade funcional (redução do tempo no TUG) no *follow-up*, sugerindo retenção e possível consolidação do aprendizado motor. Em contrapartida, parâmetros espaço-temporais da marcha e variáveis instrumentadas do TUG não diferiram entre os grupos nas condições testadas, indicando que os efeitos podem ser mais pronunciados em estratégias de controle postural do que na cinemática espaço-temporal da marcha.

10 REFERÊNCIAS

1. Wang M, Zhang X, Zhong L, et al. Understanding autism: Causes, diagnosis, and advancing therapies. *Brain Res Bull* 2025; 227: 1114-11.
2. Zeidan J, Fombonne E, Scolah J, et al. Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research* 2022; 15: 778–790.
3. Lum JAG, Shandley K, Albein-Urios N, et al. Meta-Analysis Reveals Gait Anomalies in Autism. *Autism Research* 2021; 14: 733–747.
4. Biffi E, Costantini C, Ceccarelli SB, et al. Gait Pattern and Motor Performance During Discrete Gait Perturbation in Children With Autism Spectrum Disorders. *Front Psychol*; 9. Epub ahead of print 11 December 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02530.
5. Li Y, Koldenhoven RM, Liu T, et al. Age-related gait development in children with autism spectrum disorder. *Gait Posture* 2021; 84: 260–266.
6. Wu X, Dickin DC, Bassette L, et al. Clinical gait analysis in older children with autism spectrum disorder. *Sports Medicine and Health Science* 2024; 6: 154–158.
7. Date S, Munn E, Frey GC. Postural balance control interventions in autism spectrum disorder (ASD): A systematic review. *Gait Posture* 2024; 109: 170–182.
8. Oster LM, Zhou G. Balance and Vestibular Deficits in Pediatric Patients with Autism Spectrum Disorder: An Underappreciated Clinical Aspect. *Autism Res Treat* 2022; 2022: 1–5.
9. Ruggeri A, Dancel A, Johnson R, et al. The effect of motor and physical activity intervention on motor outcomes of children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Autism* 2020; 24: 544–568.
10. Accardo PJ, Barrow W. Toe walking in autism: Further observations. *J Child Neurol*; 30. Epub ahead of print 2015. DOI: 10.1177/0883073814521298.

11. Leyden J, Fung L, Frick S. Autism and toe-walking: Are they related? Trends and treatment patterns between 2005 and 2016. *J Child Orthop*; 13. Epub ahead of print 2019. DOI: 10.1302/1863-2548.13.180160.
12. Accardo P, Whitman B. A Marker for Language Disorders: In the Developmentally Disabled. *Clin Pediatr (Phila)*; 28. Epub ahead of print 1989. DOI: 10.1177/000992288902800802.
13. Arik A, Aksoy C, Aysev A, et al. Lower-extremity rotational profile and toe-walking in preschool children with autism spectrum disorder. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2018; 27: 530–534.
14. Simonsen EB. Contributions to the understanding of gait control. *Dan Med J*; 61.
15. Leary MR, Hill DA. Moving on: Autism and movement disturbance. *Ment Retard*; 34.
16. Sivarajah L, Kane KJ, Lanovaz J, et al. The Feasibility and Validity of Body-Worn Sensors to Supplement Timed Walking Tests for Children with Neurological Conditions. *Phys Occup Ther Pediatr* 2018; 38: 280–290.
17. Canitano R, Palumbi R. Excitation/Inhibition Modulators in Autism Spectrum Disorder: Current Clinical Research. *Front Neurosci*; 15. Epub ahead of print 30 November 2021. DOI: 10.3389/fnins.2021.753274.
18. Lee E, Lee J, Kim E. Excitation/Inhibition Imbalance in Animal Models of Autism Spectrum Disorders. *Biological Psychiatry*; 81. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.1016/j.biopsych.2016.05.011.
19. Li W, Pozzo-Miller L. Dysfunction of the corticostriatal pathway in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience Research*; 98. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1002/jnr.24560.
20. Barahona-Corrêa JB, Velosa A, Chainho A, et al. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treatment of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Integrative Neuroscience*; 12. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.3389/fnint.2018.00027.

21. Finisguerra A, Borgatti R, Urgesi C. Non-invasive Brain Stimulation for the Rehabilitation of Children and Adolescents With Neurodevelopmental Disorders: A Systematic Review. *Front Psychol*; 10. Epub ahead of print 6 February 2019. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00135.
22. Luckhardt C, Boxhoorn S, Schütz M, et al. Brain stimulation by tDCS as treatment option in Autism Spectrum Disorder—A systematic literature review. 2021, pp. 233–257.
23. Doruk Camsari D, Kirkovski M, Croarkin PE. Therapeutic Applications of Noninvasive Neuromodulation in Children and Adolescents. *Psychiatric Clinics of North America*; 41. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.1016/j.psc.2018.05.003.
24. Hameed MQ, Dhamne SC, Gersner R, et al. Transcranial Magnetic and Direct Current Stimulation in Children. *Current Neurology and Neuroscience Reports*; 17. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.1007/s11910-017-0719-0.
25. Zewdie E, Ciechanski P, Kuo HC, et al. Safety and tolerability of transcranial magnetic and direct current stimulation in children: Prospective single center evidence from 3.5 million stimulations. *Brain Stimul*; 13. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1016/j.brs.2019.12.025.
26. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neuroscientist*; 17. Epub ahead of print 2011. DOI: 10.1177/1073858410386614.
27. Stagg CJ, Jayaram G, Pastor D, et al. Polarity and timing-dependent effects of transcranial direct current stimulation in explicit motor learning. *Neuropsychologia* 2011; 49: 800–804.
28. Woods AJ, Antal A, Bikson M, et al. A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology* 2016; 127: 1031–1048.
29. Miranda PC, Lomarev M, Hallett M. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. *Clinical Neurophysiology*; 117. Epub ahead of print 2006. DOI: 10.1016/j.clinph.2006.04.009.

30. Wagner T, Fregni F, Fecteau S, et al. Transcranial direct current stimulation: A computer-based human model study. *Neuroimage*; 35. Epub ahead of print 2007. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.01.027.
31. Auvichayapat P, Auvichayapat N. Basic knowledge of transcranial direct current stimulation. *Journal of the Medical Association of Thailand*; 94.
32. Thibaut a, Chatelle C, Gosseries O, et al. [Transcranial direct current stimulation: a new tool for neurostimulation]. *Rev Neurol (Paris)*; 169. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.1016/j.neurol.2012.05.008.
33. Brunoni AR, Amadera J, Berbel B, et al. A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *International Journal of Neuropsychopharmacology*; 14. Epub ahead of print 2011. DOI: 10.1017/S1461145710001690.
34. Fregni F, El-Hagrassy MM, Pacheco-Barrios K, et al. Evidence-Based Guidelines and Secondary Meta-Analysis for the Use of Transcranial Direct Current Stimulation in Neurological and Psychiatric Disorders. *International Journal of Neuropsychopharmacology*; 24. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1093/ijnp/pyaa051.
35. Grecco LAC, Oliveira CS, Galli M, et al. Spared primary motor cortex and the presence of MEP in cerebral palsy dictate the responsiveness to tDCS during gait training. *Front Hum Neurosci*; 10. Epub ahead of print 2016. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00361.
36. Van Steenburgh JJ, Varvaris M, Schretlen DJ, et al. Balanced bifrontal transcranial direct current stimulation enhances working memory in adults with high-functioning autism: A sham-controlled crossover study. *Mol Autism*; 8. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.1186/s13229-017-0152-x.
37. Esse Wilson J, Trumbo MC, Wilson JK, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) over right temporoparietal junction (rTPJ) for social cognition and social skills in adults with autism spectrum disorder (ASD). *J Neural Transm* 2018; 125: 1857–1866.
38. Esse Wilson J, Quinn DK, Wilson JK, et al. Transcranial Direct Current Stimulation to the Right Temporoparietal Junction for Social Functioning in

- Autism Spectrum Disorder: A Case Report. *Journal of ECT*; 34. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.1097/YCT.0000000000000445.
39. Amatachaya A, Auvichayapat N, Patjanasoontorn N, et al. Effect of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Autism: A Randomized Double-Blind Crossover Trial. *Behavioural Neurology* 2014; 2014: 1–7.
 40. Zhou T, Kang J, Li Z, et al. Transcranial direct current stimulation modulates brain functional connectivity in autism. *Neuroimage Clin*; 28. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1016/j.nicl.2020.102500.
 41. Kang J, Cai E, Han J, et al. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Can Modulate EEG Complexity of Children With Autism Spectrum Disorder. *Front Neurosci*; 12. Epub ahead of print 16 April 2018. DOI: 10.3389/fnins.2018.00201.
 42. Chen Y-CB, Lin H-Y, Wang L-J, et al. A network meta-analysis of non-invasive brain stimulation interventions for autism spectrum disorder: Evidence from randomized controlled trials. *Neurosci Biobehav Rev* 2024; 164: 105807.
 43. Hadoush H, Hadoush A. Modulation of Resting-State Brain Complexity After Bilateral Cerebellar Anodal Transcranial Direct Current Stimulation in Children with Autism Spectrum Disorders: a Randomized Controlled Trial Study. *The Cerebellum*. Epub ahead of print 26 September 2022. DOI: 10.1007/s12311-022-01481-6.
 44. Hadoush H, Nazzal M, Almasri NA, et al. Therapeutic Effects of Bilateral Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Prefrontal and Motor Cortical Areas in Children with Autism Spectrum Disorders: A Pilot Study. *Autism Research* 2020; 13: 828–836.
 45. Mahmoodifar E, Sotoodeh MS. Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Selective Motor Training Enhances Balance in Children With Autism Spectrum Disorder. *Percept Mot Skills* 2020; 127: 113–125.
 46. Kanner L. Autistic disturbances of affective contact. *Acta Paedopsychiatr* 1968; 35: 100–36.

47. Gadia CA, Tuchman R, Rotta NT. Autism and pervasive developmental disorders. *J Pediatr (Rio J)* 2004; 80: 83–94.
48. Chaste P, Leboyer M. Autism risk factors: genes, environment, and gene-environment interactions. *Dialogues Clin Neurosci* 2012; 14: 281–292.
49. APA. *American Psychiatric Association (APA). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5*. 2014.
50. Elsabbagh M. Linking risk factors and outcomes in autism spectrum disorder: is there evidence for resilience? *BMJ* 2020; l6880.
51. Siklos S, Kerns KA. Assessing the diagnostic experiences of a small sample of parents of children with autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil* 2007; 28: 9–22.
52. Brentani H, de Paula CS, Bordini D, et al. Autism spectrum disorders: An overview on diagnosis and treatment. *Revista Brasileira de Psiquiatria*; 35. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.1590/1516-4446-2013-S104.
53. Shaw KA, Williams S, Patrick ME, et al. Prevalence and Early Identification of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 4 and 8 Years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 16 Sites, United States, 2022. *MMWR Surveillance Summaries* 2025; 74: 1–22.
54. Sasayama D, Kuge R, Toibana Y, et al. Trends in Autism Spectrum Disorder Diagnoses in Japan, 2009 to 2019. *JAMA Network Open*. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.9234.
55. Zhou H, Xu X, Yan W, et al. Prevalence of Autism Spectrum Disorder in China: A Nationwide Multi-center Population-based Study Among Children Aged 6 to 12 Years. *Neurosci Bull*; 36. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1007/s12264-020-00530-6.
56. Paula CS, Ribeiro SH, Fombonne E, et al. Brief Report: Prevalence of Pervasive Developmental Disorder in Brazil: A Pilot Study. *J Autism Dev Disord* 2011; 41: 1738–1742.
57. Kamp-Becker I, Smidt J, Ghahreman M, et al. Categorical and dimensional structure of autism spectrum disorders: The nosologic validity of asperger

- syndrome. *J Autism Dev Disord*; 40. Epub ahead of print 2010. DOI: 10.1007/s10803-010-0939-5.
58. Berenguer C, Roselló B, Colomer C, et al. Children with autism and attention deficit hyperactivity disorder. Relationships between symptoms and executive function, theory of mind, and behavioral problems. *Res Dev Disabil*; 83. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.1016/j.ridd.2018.10.001.
59. Jones CRG, Simonoff E, Baird G, et al. The association between theory of mind, executive function, and the symptoms of autism spectrum disorder. *Autism Research*; 11. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.1002/aur.1873.
60. Gomes CGS. Autismo e ensino de habilidades acadêmicas: adição e subtração. *Revista Brasileira de Educação Especial*; 13. Epub ahead of print 2007. DOI: 10.1590/s1413-65382007000300004.
61. Orrico de Azevedo MQ, Nunes DRP. Que sugerem as pesquisas sobre os métodos de ensino para alunos com transtorno do espectro autista? Uma revisão integrativa da literatura. *Educ Policy Anal Arch*; 26. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.14507/epaa.26.3528.
62. Matson JL, Shoemaker M. Intellectual disability and its relationship to autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*; 30. Epub ahead of print 2009. DOI: 10.1016/j.ridd.2009.06.003.
63. Velikonja T, Fett AK, Velthorst E. Patterns of Nonsocial and Social Cognitive Functioning in Adults with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*; 76. Epub ahead of print 2019. DOI: 10.1001/jamapsychiatry.2018.3645.
64. Kangarani-Farahani M, Malik MA, Zwicker JG. Motor Impairments in Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Autism Dev Disord*. Epub ahead of print 22 March 2023. DOI: 10.1007/s10803-023-05948-1.
65. Reindal L, Nærland T, Weidle B, et al. Age of First Walking and Associations with Symptom Severity in Children with Suspected or Diagnosed Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*; 50. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1007/s10803-019-04112-y.

66. Gong L, Liu Y, Yi L, et al. Abnormal Gait Patterns in Autism Spectrum Disorder and Their Correlations with Social Impairments. *Autism Research*; 13. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1002/aur.2302.
67. Valagussa G, Trentin L, Signori A, et al. Toe Walking Assessment in Autism Spectrum Disorder Subjects: A Systematic Review. *Autism Research*; 11. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.1002/aur.2009.
68. Valagussa G, Balatti V, Trentin L, et al. Relationship between tip-toe behavior and soleus - gastrocnemius muscle lengths in individuals with autism spectrum disorders. *J Orthop* 2020; 21: 444–448.
69. Valagussa G, Piscitelli D, Baruffini S, et al. Little Evidence for Conservative Toe Walking Interventions in Autism Spectrum Disorders: a Systematic Review. *Rev J Autism Dev Disord* 2024; 11: 107–120.
70. Kaur M, M. Srinivasan S, N. Bhat A. Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Res Dev Disabil* 2018; 72: 79–95.
71. Odeh CE, Gladfelter AL, Stoesser C, et al. Comprehensive motor skills assessment in children with autism spectrum disorder yields global deficits. *Int J Dev Disabil* 2022; 68: 290–300.
72. Arabameri E, Sotoodeh MS. Early developmental delay in children with autism: A study from a developing country. *Infant Behav Dev* 2015; 39: 118–123.
73. Germain B, Eppinger MA, Mostofsky SH, et al. Recent Advances in Understanding and Managing Autism Spectrum Disorders. *J Child Neurol*; 30. Epub ahead of print 2015. DOI: 10.1177/0883073815601499.
74. Fournier KA, Hass CJ, Naik SK, et al. Motor coordination in autism spectrum disorders: A synthesis and meta-analysis. *J Autism Dev Disord*; 40. Epub ahead of print 2010. DOI: 10.1007/s10803-010-0981-3.
75. Paquet A, Olliac B, Golse B, et al. Nature of motor impairments in autism spectrum disorder: A comparison with developmental coordination disorder. *J Clin Exp Neuropsychol* 2019; 41: 1–14.

76. Paquet A, Olliac B, Golse B, et al. Current knowledge on motor disorders in children with autism spectrum disorder (ASD). *Child Neuropsychology* 2016; 22: 763–794.
77. Freitag CM, Kleser C, Schneider M, et al. Quantitative assessment of neuromotor function in adolescents with high functioning autism and Asperger syndrome. *J Autism Dev Disord*; 37. Epub ahead of print 2007. DOI: 10.1007/s10803-006-0235-6.
78. Cazorla González JJ, Cornellà i Canals J. Las posibilidades de la fisioterapia en el tratamiento multidisciplinar del autismo. *Pediatría Atención Primaria*; 16. Epub ahead of print 2014. DOI: 10.4321/s1139-76322014000100016.
79. Caldas R, Mundt M, Potthast W, et al. A systematic review of gait analysis methods based on inertial sensors and adaptive algorithms. *Gait and Posture*; 57. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.06.019.
80. Khaleghi A, Zarafshan H, Vand SR, et al. Effects of Non-invasive Neurostimulation on Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*; 18. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.9758/CPN.2020.18.4.527.
81. Salehinejad MA, Ghanavati E, Glinski B, et al. A systematic review of randomized controlled trials on efficacy and safety of transcranial direct current stimulation in major neurodevelopmental disorders: ADHD, autism, and dyslexia. *Brain Behav*; 12. Epub ahead of print 8 September 2022. DOI: 10.1002/brb3.2724.
82. Salehinejad MA, Siniatchkin M. Safety of noninvasive brain stimulation in children. *Curr Opin Psychiatry* 2024; 37: 78–86.
83. Nitsche MA, Liebetanz D, Tergau F, et al. [Modulation of cortical excitability by transcranial direct current stimulation]. *Nervenarzt*; 73.
84. Monte-Silva K, Kuo MF, Thirugnanasambandam N, et al. Dose-dependent inverted U-shaped effect of dopamine (D2-like) receptor activation on focal

- and nonfocal plasticity in humans. *Journal of Neuroscience*; 29. Epub ahead of print 2009. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0728-09.2009.
85. Liebetanz D, Nitsche MA, Tergau F, et al. Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain*; 125. Epub ahead of print 2002. DOI: 10.1093/brain/awf238.
86. Kuo MF, Unger M, Liebetanz D, et al. Limited impact of homeostatic plasticity on motor learning in humans. *Neuropsychologia*; 46. Epub ahead of print 2008. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.023.
87. Fritsch B, Reis J, Martinowich K, et al. Direct current stimulation promotes BDNF-dependent synaptic plasticity: Potential implications for motor learning. *Neuron*; 66. Epub ahead of print 2010. DOI: 10.1016/j.neuron.2010.03.035.
88. Reis J, Robertson EM, Krakauer JW, et al. Consensus: Can transcranial direct current stimulation and transcranial magnetic stimulation enhance motor learning and memory formation? *Brain Stimulation*; 1. Epub ahead of print 2008. DOI: 10.1016/j.brs.2008.08.001.
89. Collange-Grecco LA, Cosmo C, Silva ALS, et al. Effects of Dual Task Training and Transcranial Direct Current Stimulation in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Pilot Randomized Control Trial. *Dev Neurorehabil* 2023; 26: 279–286.
90. D’Urso G, Bruzzese D, Ferrucci R, et al. Transcranial direct current stimulation for hyperactivity and noncompliance in autistic disorder. *The World Journal of Biological Psychiatry* 2015; 16: 361–366.
91. Schneider HD, Hopp JP. The use of the Bilingual Aphasia Test for assessment and transcranial direct current stimulation to modulate language acquisition in minimally verbal children with autism. *Clin Linguist Phon* 2011; 25: 640–654.
92. Amatachaya A, Jensen MP, Patjanasoonorn N, et al. The Short-Term Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on

- Electroencephalography in Children with Autism: A Randomized Crossover Controlled Trial. *Behavioural Neurology* 2015; 2015: 1–11.
93. Gómez L, Vidal B, Maragoto C, et al. Non-invasive brain stimulation for children with autism spectrum disorders: A short-term outcome study. *Behavioral Sciences*; 7. Epub ahead of print 2017. DOI: 10.3390/bs7030063.
 94. Pereira AM, Riesgo RS, Wagner MB. Childhood autism: Translation and validation of the Childhood Autism Rating Scale for use in Brazil. *J Pediatr (Rio J)*; 84. Epub ahead of print 2008. DOI: 10.2223/JPED.1828.
 95. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142–148.
 96. Ortega-Bastidas P, Gómez B, Aqueveque P, et al. Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)—More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. *Sensors* 2023; 23: 3426.
 97. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: A modified version of the Berg Balance Scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy*; 15. Epub ahead of print 2003. DOI: 10.1097/01.PEP.0000068117.48023.18.
 98. Ries LGK, Michaelsen SM, Soares PSA, et al. Adaptação cultural e análise da confiabilidade da versão brasileira da Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). *Brazilian Journal of Physical Therapy*; 16. Epub ahead of print 2012. DOI: 10.1590/S1413-35552012005000026.
 99. Homan RW, Herman J, Purdy P. Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*; 66. Epub ahead of print 1987. DOI: 10.1016/0013-4694(87)90206-9.
 100. De Almeida Carvalho Duarte N, Grecco LAC, Galli M, et al. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: A double-blind randomized controlled trial. *PLoS One*; 9. Epub ahead of print 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0105777.

101. Araujo MO, Tamplain P, Duarte NAC, et al. Transcranial direct current stimulation to facilitate neurofunctional rehabilitation in children with autism spectrum disorder: a protocol for a randomized, sham-controlled, double-blind clinical trial. *Front Neurol*; 14. Epub ahead of print 15 June 2023. DOI: 10.3389/fneur.2023.1196585.
102. Duarte N de AC, Grecco LAC, Galli M, et al. Effect of Transcranial Direct-Current Stimulation Combined with Treadmill Training on Balance and Functional Performance in Children with Cerebral Palsy: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *PLoS One* 2014; 9: e105777.
103. Grecco LAC, E Mendonça M, Duarte NAC, et al. Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Treadmill Gait Training in Delayed Neuro-psychomotor Development. *J Phys Ther Sci* 2014; 26: 945–950.
104. Grecco LAC, Duarte N de AC, Mendonça ME, et al. Transcranial direct current stimulation during treadmill training in children with cerebral palsy: A randomized controlled double-blind clinical trial. *Res Dev Disabil* 2014; 35: 2840–2848.
105. Grecco L, Duarte N, Marques V, et al. Cerebellar transcranial direct current stimulation in a child with ataxic cerebral palsy: A case report. *Gait Posture* 2015; 42: S93–S94.
106. Collange Grecco LA, de Almeida Carvalho Duarte N, Mendonça ME, et al. Effects of anodal transcranial direct current stimulation combined with virtual reality for improving gait in children with spastic diparetic cerebral palsy: a pilot, randomized, controlled, double-blind, clinical trial. *Clin Rehabil* 2015; 29: 1212–1223.
107. Gandiga PC, Hummel FC, Cohen LG. Transcranial DC stimulation (tDCS): A tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology* 2006; 117: 845–850.
108. Horvath JC, Forte JD, Carter O. Evidence that transcranial direct current stimulation (tDCS) generates little-to-no reliable neurophysiologic effect beyond MEP amplitude modulation in healthy human subjects: A systematic review. *Neuropsychologia* 2015; 66: 213–236.

109. Nazari G, Mousavi M, Sadeghi-Firoozabadi V. Effectiveness of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation of Left Dorsolateral Prefrontal Cortex in Facial Emotion Recognition and Clinical Symptoms of Boys with Autism Spectrum Disorder. *Iran J Psychiatry Behav Sci*; 18. Epub ahead of print 10 June 2023. DOI: 10.5812/ijpbs-121995.
110. García-González S, Lugo-Marín J, Setien-Ramos I, et al. Transcranial direct current stimulation in Autism Spectrum Disorder: A systematic review and meta-analysis. *European Neuropsychopharmacology* 2021; 48: 89–109.
111. D’Urso G, Toscano E, Sanges V, et al. Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation in Children with Autism Spectrum Disorder: A Pilot Study on Efficacy, Feasibility, Safety, and Unexpected Outcomes in Tic Disorder and Epilepsy. *J Clin Med* 2021; 11: 143.
112. Hsu CL, Matt E, Fong TKH, et al. Associations Between Brain Network Connectivity and Cognitive Measures in Autism Spectrum Disorder: A Post Hoc Analysis of a Parent Study “Evaluating the Safety and Efficacy of Transcranial Pulse Stimulation on Autism Spectrum Disorder”. *Autism Research*. Epub ahead of print 21 August 2025. DOI: 10.1002/aur.70093.

11 ANEXOS

11.1 ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA
DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FACILITAÇÃO DA ATIVIDADE PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDA POR tDCS e TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO-CEGO

Pesquisador: LUANDA ANDRE COLLANGE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 80630624.7.0000.5076

Instituição Proponente: Universidade Evangélica de Goiás

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.124.125

Apresentação do Projeto:

Informações retiradas do PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2357720.pdf e do brochura_da_pesquisa.docx

RESUMO

Introdução: O transtorno do espectro autista (TEA) pode acarretar alterações no controle motor voluntário e no controle postural, comprometendo a marcha e o equilíbrio funcional de crianças com esse diagnóstico. A estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) é uma ferramenta capaz de favorecer o aprendizado e a performance motora, por meio da facilitação da excitabilidade cortical. Se aplicada durante o treinamento neurofuncional motor é capaz de aumentar o tamanho do efeito do treino, proporcionando melhoras sobre a mobilidade e a funcionalidade. No entanto, existem evidências científicas limitadas sobre os efeitos do treinamento neurofuncional motor associado à tDCS sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, área cerebral responsável pelo controle cognitivo-comportamental do movimento, havendo a necessidade do desenvolvimento de ensaios clínicos que explorem o tema. **Objetivo:** Comparar os efeitos funcionais de dez sessões de treinamento neurofuncional associado a tDCS anódica sobre córtex pré-frontal dorsolateral a esquerda e estimulação

Endereço: Av. Universitária, Km 3,5

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 75.083-515

UF: GO

Município: ANAPOLIS

Telefone: (62)3310-6736

Fax: (62)3310-6636

E-mail: cep@unievangelica.edu.br

Continuação do Parecer: 7.124.125

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.docx	12/06/2024 09:49:36	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_cnpj.pdf	12/06/2024 09:48:52	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	07/06/2024 16:01:36	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_compromisso_do_pesquisador.pdf	07/06/2024 09:59:39	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_assentimento_do_menor.docx	05/06/2024 18:29:31	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_assentimento_de_menor_judicial.docx	05/06/2024 18:29:23	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.docx	05/06/2024 18:29:09	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Declaração de concordância	carta_de_anuencia.pdf	05/06/2024 18:26:19	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_instituicao_e_infraestrutura.pdf	05/06/2024 18:26:06	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Orçamento	orcamento.docx	05/06/2024 18:24:55	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	05/06/2024 18:24:37	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	05/06/2024 18:24:25	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito
Brochura Pesquisa	brochura_da_pesquisa.docx	05/06/2024 18:24:12	LUANDA ANDRE COLLANGE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Universitária, Km 3,5**Bairro:** Cidade Universitária**CEP:** 75.083-515**UF:** GO**Município:** ANAPOLIS**Telefone:** (62)3310-6736**Fax:** (62)3310-6636**E-mail:** cep@unievangelica.edu.br

11.2 ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado responsável,

Seu(a) filho(a) sob sua responsabilidade legal está sendo convidado(a) para participar da pesquisa FACILITAÇÃO DA ATIVIDADE PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDA POR tDCS e TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO-CEGO.

Coordenada pelas pesquisadoras Luanda André Collange e Claudia Santos Oliveira, docente colaboradora e docente efetiva, respectivamente, do programa de pós-graduação stricto sensu em movimento humano e reabilitação (PPGMHR) da Universidade de Anápolis - UniEVANGÉLICA e desenvolvida por Sara Viana de Abreu Silva, discente de Mestrado no programa de pós-graduação stricto sensu em movimento humano e reabilitação (PPGMHR) da Universidade de Anápolis - UniEVANGÉLICA.

O Objetivo central do estudo é comparar os efeitos neurofisiológicos e funcionais de dez sessões de treinamento neurofuncional associado a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) anódica sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e estimulação placebo em crianças com transtorno do espectro autista (TEA).

O convite para participação do(a) seu(a) filho(a) se deve a ele(a) possuir aos critérios elegíveis, diagnóstico de TEA, ter entre 03 a 08 anos, com resposta suficiente para compreender o comando verbal simples.

A participação é voluntária, isto é, não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não autorizar a participação do(a) seu(a) filho(a), bem como retirar essa autorização de participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir a participação do(a) seu(a) filho(a), ou desistir da mesma. Contudo, a participação dele(a) será muito importante para a execução da pesquisa.

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações fornecidas, serão analisadas em conjunto com as de outros voluntários, não sendo divulgado sua identificação ou de(a) seu(a) filho(a), assim como de outros participantes e responsáveis legais. Você terá garantia de que todos os dados obtidos a seu respeito e a respeito da criança sob sua responsabilidade legal, assim como qualquer material coletado só serão utilizados neste estudo.

Qualquer dado que possa identificá-los será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro. Os dados de pesquisa são sigilosos e seguindo os princípios éticos de confiabilidade e privacidade, assegurando proteção aos participantes da pesquisa. Os colaboradores terão obrigatoriamente, o compromisso profissional com sigilo das informações obtidas durante a pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre a participação do(a) seu(a) filho(a) e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo. Os desconfortos ou riscos esperados são brandos devido aos procedimentos de avaliação e intervenção não serem invasivos. Entretanto, os participantes serão submetidos a risco como por exemplo:

- Quanto à aplicação da tDCS: A estimulação transcraniana é considerada uma técnica de estimulação cerebral não invasiva extremamente segura, com descrito em diversos estudos científicos. Nestes estudos foram demonstrados mínimos efeitos adversos, restritos a vermelhidão e formigamento local, especificamente nas áreas abaixo dos eletrodos. Mas estes efeitos tendem a desaparecer imediatamente após o término da estimulação. Nenhum caso de efeito adverso grave foi descrito na literatura em crianças ou adolescentes. Para garantir a segurança dos participantes, a estimulação será aplicada com um equipamento desenvolvido especificamente para tDCS e com liberação da ANVISA;
- Quanto ao treinamento neurofuncional: Será realizado por um profissional experiente e em uma esteira com dispositivo de segurança devidamente posicionado no participante, os estudos publicados até o presente momento demonstram que o treinamento neurofuncional (circuito de atividades e treino de marcha em esteira) é seguro para crianças com

TEA. Por este motivo, neste projeto de pesquisa, o treinamento neurofuncional motor será realizado respeitando os dois aspectos descritos acima, com o objetivo de minimizar ao máximo o risco de quedas. Não existem relatos na literatura de efeitos adversos ou intercorrências durante esse tipo de treinamento motor em esteira em crianças com TEA.

- Quanto a bateria de testes de habilidades motoras e procedimentos de avaliação: Será realizado por um profissional experiente, com organização prévia do ambiente com materiais adequados e posicionados para as baterias, o risco de queda será minimizado e o nível de segurança otimizado. Por este motivo, neste projeto de pesquisa, a bateria de habilidades motoras será realizada respeitando os dois aspectos descritos acima, com o objetivo de minimizar ao máximo o risco de quedas. As avaliações das habilidades motoras serão efetuadas por dois profissionais com ampla experiência nos procedimentos necessários, devidamente posicionados ao lado do participante durante todo o período de avaliação, minimizando assim o risco de quedas perante a instabilidades corporais. Não existem relatos sobre intercorrências durante esse tipo de avaliação motora. Além disso, todos os procedimentos de avaliação serão realizados por dois profissionais experientes na realização dos procedimentos (questionários e testes de habilidades motoras), permanecendo atentos a possíveis sinais de desconforto físico ou emocional e explicando que os procedimentos podem ser interrompidos quando o participante ou responsável desejar, sem danos ou prejuízos à pesquisa e a si próprio. Os pesquisados vão assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades. Os avaliadores explicarão para os responsáveis e participantes que os pesquisadores garantem o sigilo em relação as suas respostas, as quais serão tidas como confidenciais e utilizadas apenas para fins científicos; não existirá identificação nominal nos formulários nem no banco de dados, a fim de garantir o anonimato do participante. Os procedimentos de avaliação serão efetuados em ambiente que proporcione privacidade durante a

coleta de dados, além de uma abordagem humanizada, optando-se pela escuta atenta e pelo acolhimento do participante. Por fim, os procedimentos de avaliação serão efetuados em três dias não consecutivos, com duração máxima de uma hora e 30 minutos, com datas agendadas de acordo com a disponibilidade oferecida pelos responsáveis legais dos participantes, minimizando assim possível comprometimento do tempo disponibilizado para os procedimentos de avaliação.

- Diante do risco eminente de contaminação pelo vírus SARS-CoV-2 algumas medidas de prevenção tornam-se de grande valia, visando minimizar os riscos. As medidas de prevenção serão adotadas seguindo o protocolo de biossegurança da clínica de Neuroreabilitação Follow Kids, tais como: no momento do agendamento das coletas será repassado aos participantes da pesquisa informações referentes as medidas de prevenção ao COVID-19; sendo que caso o mesmo apresente quaisquer sintomas gripais, estes deverão ser reportados aos pesquisadores; As medidas de prevenção adotadas compreendem: todas as bancadas, macas e superfícies serão devidamente higienizados antes e após as coletas, bem como todos os instrumentos que serão utilizados durante o processo de avaliação; todos os participantes da pesquisa serão instruídos a realizar a higienização das mãos antes e após a coleta. Álcool em gel será disponibilizado em todas as bancadas; a coleta será realizada em local arejado e ventilado; todos os pesquisadores envolvidos estarão devidamente paramentados com os equipamentos de proteção individual necessários, como máscaras N-95, capotes e luvas descartáveis. Caso haja alguma mudança de restrição nos protocolos municipais, estaduais e no protocolo de segurança da clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids as avaliações serão adaptadas.

O projeto de pesquisa envolve quatro momentos de avaliação e dez sessões de tratamento. As avaliações serão realizadas uma semana antes, uma semana após, um e dois meses após o término do tratamento. Cada avaliação será composta da aplicação de questionários, testes de avaliação motora e neurofisiológica (excitabilidade cortical motora). Inicialmente, o(a) senhor(a) deverá responder A Escala de Classificação de Autismo Infantil (CARS-BR). A

CARS-BR é um instrumento que quantifica o comportamento autista, observado pelo responsável no cotidiano da criança, determinando a gravidade do TEA. Escala de classificação de comunicação da criança e jovens de 2 a 19 anos (ACSF). O(a) senhor(as) poderá ter acesso a esses instrumentos de avaliação antes de concordar ou não com a participação do(as) seu(a) filho(a) no estudo. As avaliações também serão constituídas de testes que analisarão a força muscular, a mobilidade funcional, o equilíbrio funcional e a participação. A força muscular será avaliada pela Avaliação da Força Muscular (FSA) que mensura força para os principais grupos musculares (flexores e extensores do pescoço e do tronco, extensores bilaterais do quadril, extensores do joelho e flexores do ombro). A mobilidade funcional e o equilíbrio do(a) seu(a) filho(a) também serão avaliados pelo teste *Timed Up and Go*. Nesse teste o(a) seu(a) filho(a) partirá da posição sentada, levantando-se, caminhando três metros, virando e retornando para posição inicial, sentado numa cadeira. A marcha do(a) seu(a) filho(a) será avaliada pelo Walk Test, onde ele(a) será orientado(a) a caminhar por dez metros em linha reta. Durante a sua caminhada o tempo será registrado e ele(a) utilizará um sensor de movimento – equipamento semelhante a um cinto que será posicionado na altura da coluna lombar da criança. Esse sensor vai medir a velocidade e parâmetros do movimento das pernas durante o caminhar. O equilíbrio do(a) seu(a) filho(a) também será avaliado pela Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP), que analisará o equilíbrio dele em atividades como ficar sentado sem apoio, ficar em pé sem apoio, passar da postura sentada para a postura em pé, entre outras). A participação do seu (a) filho (a) em atividades diárias será avaliada pela PEM CY

O tratamento será realizado em duas semanas, com frequência de uma sessão por dia (segunda-feira a sexta-feira). Em cada uma das sessões, o(a) seu(a) filho(a) será posicionado sentado de forma confortável e a tDCS será adequadamente posicionada sobre a cabeça dele. Dois eletrodos umedecidos em soro fisiológico serão posicionados na cabeça do(a) seu(a) filho(a), sobre áreas encefálicas relacionadas ao controle do movimento (córtex motor pré frontal dorsolateral a esquerda e deltóide direito), sendo mantidos no local adequado através da utilização de uma faixa elástica. Após o adequado posicionamento dos eletrodos, o equipamento será ligado e o(a) seu(a) filho(a)

sentirá uma sensação de formigamento no local onde os eletrodos estiverem posicionados. Com o aparelho ligado, o(a) seu(a) filho(a) realizará o treino de marcha na esteira ergométrica por dez minutos, com velocidade confortável para ele(a). Além disso, ele(a) realizará atividades de equilíbrio, como por exemplo, sentar e levantar sem apoio, ultrapassar obstáculos, subir e descer degraus, entre outras. Essas atividades serão realizadas por dez minutos, com períodos de intervalo para descanso entre cada exercício. Durante todo o período de realização do tratamento, dois profissionais permanecerão posicionados ao lado do(a) seu(a) filho(a), orientando-o(a) e auxiliando-o(a) quando necessário. O tratamento terá duração de 20 minutos, período no qual o(a) seu(a) filho(a) receberá a tDCS e realizará o treino neurofuncional. No final de cada sessão, o(a) senhor(a) e o(a) seu(a) filho(a) responderá um questionário de efeitos adversos, envolvendo a percepção (ou não) de sensação de formigamento, sensação de ardor, dor de cabeça, dor na região onde os eletrodos foram posicionados, sonolência e alteração de humor.

É importante ressaltar que todos os procedimentos de avaliação e de tratamento serão realizados na Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, localizada na Avenida Genaro de Carvalho, 1493 - Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ, 22795-077.

A participação do(a) seu(a) filho(a) proporcionará benefícios diretos e indiretos. Como benefícios diretos, o presente projeto tem um caráter pioneiro e em nosso conhecimento este será o primeiro estudo comparando os efeitos do uso combinado da tDCS anódica em córtex pré-frontal dorso lateral esquerdo e do treinamento neurofuncional em crianças com TEA. Se for comprovado que a tDCS anódica é capaz de otimizar os efeitos do treinamento neurofuncional sobre o controle postural e a marcha, com apenas dez sessões de intervenção, os resultados vão contribuir para o desenvolvimento de estudos futuros e o estabelecimento desta técnica de estimulação cerebral não invasiva na reabilitação de crianças com TEA. Após a conclusão do estudo os responsáveis receberão um relatório detalhado, constituído da descrição dos resultados obtidos em cada um dos instrumentos de avaliação, descrição da intervenção e dos efeitos obtidos (ou não) pela intervenção efetuada por cada participante. O relatório será oferecido para os responsáveis no formato impresso e digital.

Como benefícios indiretos, os resultados dessa pesquisa poderão contribuir para o planejamento e a intervenção terapêutica de crianças com TEA, oferecendo a possibilidade da otimização dos resultados do treinamento neurofuncional, convencionalmente efetuado em centros de reabilitação, com a utilização associada da tDCS, em área encefálica capaz de contribuir com o processo de aprendizado e de melhora neurofuncional. Se constatados efeitos positivos das intervenções experimentais (treinamento neurofuncional associado à tDCS ativa – córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo com apenas dez sessões de intervenção, a abordagem terapêutica estudada poderá representar uma mudança de paradigma na reabilitação neurofuncional das crianças com TEA, por meio de uma intervenção efetiva, de baixo custo e curta duração.

Com o intuito de não gerar nenhum ônus pela participação do(a) seu(a) filho(a), os pesquisadores custearão o seu transporte e do(a) seu(a) filho(as) até o local das avaliações e do tratamento durante todo o período da pesquisa.

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução 466/12 e orientações do CEP/UniEVANGÉLICA.

Os resultados serão divulgados em palestras dirigidas ao público participante, relatórios individuais para os entrevistados, artigos científicos e na dissertação/tese da discente Sara Viana de Abreu Silva.

Coordenadoras da pesquisa:

Luanda André Collange (Pesquisadora responsável)

Telefone: (15) 98811-1984 E-mail: luandacollange@hotmail.com

Docente colaboradora do programa de pós-graduação stricto sensu em movimento humano e reabilitação (PPGMHR) da Universidade de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Claudia Santos Oliveira

Telefone: (11) 99171-6844 E-mail: claudia.oliveira@unievangelica.edu.br

Docente do programa de pós-graduação stricto sensu em movimento humano e reabilitação (PPGMHR) da Universidade de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Endereço: Avenida Universitária, Km 3,5 Cidade Universitária – Anápolis/GO
CEP: 75083-580

Pesquisadora:

Sara Viana de Abreu Silva _____

Telefone: (21) 99405 6363 E-mail: sa12abreu@gmail.com

Discente do programa de Mestrado no programa de pós-graduação stricto sensu em movimento humano e reabilitação (PPGMHR) da Universidade de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20____,

Assinatura do responsável legal do participante

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UniEVANGÉLICA:

Tel-Fax: (0XX) 62- 33106736
cep@unievangelica.edu.br

E-mail:

11.3 ANEXO C – Termo de assentimento do menor

TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Você está sendo convidado para participar da pesquisa FACILITAÇÃO DA ATIVIDADE PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDA POR tDCS e TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO-CEGO.

Seus pais permitiram que você participe.

Queremos realizar uma análise comparativa entre os efeitos de dez sessões de treinamento neurofuncional (treino do caminhar e de atividades de equilíbrio, como por exemplo, subir e descer degraus, ultrapassar obstáculos, ficar num pé só, caminhar com velocidades diferentes) associado a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e estimulação placebo (aplicação de uma corrente elétrica sobre áreas da sua cabeça através do posicionamento de eletrodos) em crianças com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA). A intenção da pesquisa é compreender se a tDCS é capaz de aumentar a atividade do seu cérebro e, com isso, melhorar a sua forma de caminhar e de se equilibrar.

As crianças que irão participar dessa pesquisa têm 3 a 8 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita na Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, mas foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade UniEVANGÉLICA. Na clínica, você vai fazer algumas avaliações, que incluem a avaliação do seu equilíbrio corporal (atividades como ficar em pé, correr, pular, subir e descer degraus, sentar e levantar); mobilidade funcional, onde você vai levantar de uma cadeira, caminhar três metros, retornar e sentar novamente na cadeira; caminhar por 10 metros usando um aparelho posicionado na região das suas costas que medirá a velocidade da sua caminhada e a forma que as suas pernas se movimentam durante a caminhada. Você será avaliado uma semana antes, uma semana e um mês após fazer um tratamento durante duas semanas. O tratamento será realizado 5 vezes na semana (segunda-feira a sexta-feira)

durante 20 minutos. Em cada um dos dez dias, você vai chegar na clínica e uma estimulação (tDCS) será aplicada na sua cabeça através do posicionamento de dois eletrodos fixados por uma faixa elástica. Com a tDCS ligada você fará junto com profissionais, exercícios de caminhar na esteira ergométrica (10 minutos), caminhar no chão em diferentes velocidades, ficar num pé só, pular, subir e descer degraus, desviar de obstáculos, entre outros. O uso dos equipamentos e as atividades que serão realizadas são seguras, mas é possível ocorrer um pouco de desconforto, cansaço. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones (21) 994056363 da pesquisadora Sara Viana de Abreu Silva ou (15) 98811-1984 da pesquisadora Luanda André Collange.

Desconforto ou Risco Esperado: Os desconfortos ou riscos esperados podem acontecer como por exemplo, desconforto, cansaço. Para que estes riscos não aconteçam você terá um momento de contato e reconhecimento com a clínica, equipamento, pesquisadores e profissionais que o atenderão no sentido de conhecer o ambiente. Durante as avaliações você poderá sentir algum desconforto ou cansaço com as atividades realizadas, o profissional explicará tudo o que vai acontecer e permanecerá ao seu lado ajudando-o e perguntando como você está se sentindo. Se ficar cansado você poderá parar para descansar quantas vezes forem necessárias. Você será acompanhado por ao menos duas pessoas que ficarão do seu lado por toda avaliação e tratamento, caso queira ser retirado da pesquisa assim será realizado sem nenhum dano. Fazendo o treino neurofuncional ou fazendo uma estimulação na cabeça você poderá sentir desconforto, cansaço, desinteresse pela terapia, entretanto para evitar estes sintomas a terapia será conduzida de acordo com o seu ritmo para realização dos exercícios, com pausas conforme solicitado por você. Ao final da sessão será aplicado um questionário de efeitos adversos avaliando se houve algum dos sintomas citados no decorrer do treino.

Mas há coisas boas que podem acontecer como: todos os participantes serão contemplados com avaliações completas das suas habilidades motoras (equilíbrio, destreza manual, mira, caminhar) e da excitabilidade cortical motora (atividade cerebral enviando comandos para o seu músculo). E realizarão um treino neurofuncional desenvolvido para melhorar as suas habilidades motoras.

Além disso, as informações obtidas nessa pesquisa poderão contribuir para o tratamento de crianças com TEA.

Se você morar longe da Clínica de Neuroreabilitação Infantil Follow Kids, nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para transporte, para também acompanhar a pesquisa.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar o seu nome. Quando terminarmos a pesquisa os dados serão publicados em um artigo científico.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou para as pesquisadoras Luanda André Collange e Sara Viana de Abreu Silva. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto.

Eu _____ aceito participar da pesquisa FACILITAÇÃO DA ATIVIDADE PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDA POR tDCS E TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO-CEGO, que tem o objetivo de comparar os efeitos neurofisiológicos e funcionais de dez sessões de treinamento neurofuncional associado a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) anódica sobre o córtex motor pré- frontal dorso lateral a esquerda e estimulação placebo em crianças com transtorno do espectro autista (TEA).

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar. Mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma via deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

_____ de _____ Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor
pesquisador (a)

Assinatura do (a)

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UniEVANGÉLICA:

Tel-Fax: (0XX) 62- 33106736

E-mail: cep@unievangelica.edu.br

11.4 ANEXO D – Termo de assentimento do menor lúdico

TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR LÚDICO

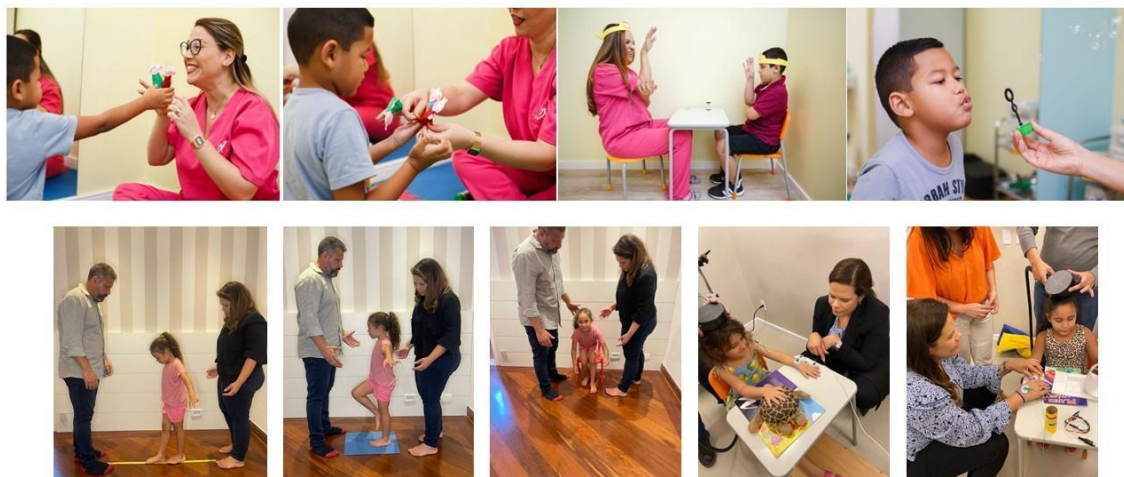
Título da pesquisa: **FACILITAÇÃO DA ATIVIDADE PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL ESQUERDA POR tDCS e TREINAMENTO NEUROFUNCIONAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO, PLACEBO-CONTROLADO E DUPLO-CEGO.**

Pesquisadoras Responsáveis: Luanda André Collange e Claudia Santos Oliveira.

Pesquisadores participantes: Sara Viana de Abreu Silva

Seus pais permitiram que você participe.

AVALIAÇÕES



Digital do menor
do(a) pesquisador(a)

Assinatura

