

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARINA GARDINAL

IMPACTO DA MANIPULAÇÃO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL NO
CONTROLE POSTURAL DINÂMICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES
COM TRANTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

CURITIBA

2024

MARINA GARDINAL

IMPACTO DA MANIPULAÇÃO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL NO
CONTROLE POSTURAL DINÂMICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES
COM TRANTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física no setor de Ciências Biológicas, na Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Silvia Letícia Pavão Rago
Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Felix Rodacki

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Gardinal, Marina

Informação sensorial e controle postural em crianças e adolescentes com transtorno do espectro autista / Marina Gardinal. – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Silvia Letícia Pavão Rago.

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Felix Rodacki.

1. Transtornos do espectro autista. 2. Equilíbrio postural. 3. Crianças. 4. Adolescentes. I. Pavão, Silvia Leticia. II. Rodacki, André Luiz Félix, 1965. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARINA GARDINAL** intitulada: **IMPACTO DA MANIPULAÇÃO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL NO CONTROLE POSTURAL DINÂMICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANTORNO DO ESPECTRO AUTISTA**, sob orientação da Profa. Dra. SILVIA LETICIA PAVAO RAGO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 06 de Dezembro de 2024.

Assinatura Eletrônica

09/12/2024 08:41:04.0

SILVIA LETICIA PAVAO RAGO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

10/12/2024 09:38:07.0

CRISTINA DOS SANTOS CARDOSO DE SÁ

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO)

Assinatura Eletrônica

10/12/2024 16:39:00.0

DANIELA GODOI JACOMASSI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares por todo apoio e compreensão nesse período.

Agradeço à minha orientadora, Sílvia Letícia Pavão, pela abertura e condução gentil e generosa; e ao meu coorientador, André Felix Rodacki, por sempre me instigar e auxiliar durante a pesquisa.

Agradeço às amigas que nasceram nesse período e foram fundamentais para passar por todos os desafios com alegria e bom humor, assim como as amigas de sempre, àqueles que não importam a distância e o tempo, sempre estiveram e estarão comigo.

Agradeço à Secretaria Acadêmica do PPGEDF, Rodrigo Waki, pela paciência e solicitude em responder todas as dúvidas e por sempre estar atento aos pós-graduandos.

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

Obrigada, CAPES!

RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento marcado por déficits de interação social e comportamentos repetitivos, comumente associado a dificuldades perceptomotoras, incluindo déficits de controle postural. Tais dificuldades podem impactar a funcionalidade em atividades diárias e no engajamento em tarefas que exigem estabilidade em condições dinâmicas. A presente dissertação foi estruturada no modelo de coletânea de estudos. **Objetivo Estudo 1:** Identificar estudos sobre controle postural em condições dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA e caracterizá-lo nesta população, identificando lacunas no conhecimento. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática nas bases *PubMed*, *Web of Science*, *SCOPUS* e *EMBASE*. Estudos que abordavam o controle postural em crianças e adolescentes com TEA foram selecionados com base em um conjunto de palavras-chave baseadas em termos *MESH* (“*autism*” OR “*ASD*” OR “*Autism Spectrum Disorder*”) AND (“*children*” OR “*adolescent*”) AND (“*postural control*” OR “*postural oscillation*” OR “*posture regulation*” OR “*equilibrium*” OR “*balance*” OR “*body sway*”). **Resultados:** Um total de 1826 estudos foram identificados em todas as bases de dados. Após a remoção de duplicatas e a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão aos títulos e resumos, 13 estudos foram selecionados. **Conclusão:** Crianças com TEA apresentaram maiores instabilidades e rigidez nos movimentos durante tarefas dinâmicas, sugerindo dificuldades na modulação de estabilidade em condições de desafio postural. Com a presente revisão, identificou-se uma lacuna no entendimento do papel da informação sensorial na estabilidade em condição dinâmica de crianças e adolescentes com TEA. **Objetivo Estudo 2:** Investigar o impacto da manipulação sensorial (visual, somatossensorial e múltipla – visual e somatossensorial em conjunto) no controle postural em condição dinâmica em crianças e adolescentes com TEA, comparando-os a pares típicos. **Método:** Realizou-se a avaliação do teste de limite de estabilidade em 59 crianças e adolescentes entre sete e 17 anos de idade com TEA e seus pares de desenvolvimento típico em quatro condições: olhos abertos em superfície rígida (OASR); olhos fechados em superfície rígida (OFSR); olhos abertos em superfície maleável (OASM); olhos fechados em superfície maleável (OFSM). Para a captação das medidas de deslocamento e velocidade de deslocamento do CoP foi utilizado o equipamento *Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software* a 100 Hz. **Resultados:** Crianças e adolescentes com TEA apresentaram maiores velocidades anteroposterior e mediolateral de deslocamento do CoP independente da manipulação sensorial, demonstrando maior instabilidade postural, acentuadas em condições sensoriais de manipulação múltipla (proprioceptiva e visual em conjunto). **Conclusão:** Os achados indicam que crianças e adolescentes com TEA apresentam instabilidade postural em condições dinâmicas quando comparadas com seus pares típicos, especialmente quando submetidas a manipulações sensoriais.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista. Controle Postural. Estabilidade em condição dinâmica.

ABSTRACT

The Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder characterized by deficits in social interaction and repetitive behaviors, commonly associated with perceptual-motor difficulties, including deficits in postural control. Such difficulties can impact functionality in daily activities and engagement in tasks that require stability under dynamic conditions. This dissertation was structured as a collection of studies.

Objective Study 1: To identify studies on postural control under dynamic conditions in children and adolescents with ASD and characterize it in this population, identifying gaps in knowledge. **Methods:** A systematic review was conducted in the PubMed, Web of Science, SCOPUS, and EMBASE databases. Studies addressing postural control in children and adolescents with ASD were selected based on a set of keywords derived from MeSH terms (“autism” OR “ASD” OR “Autism Spectrum Disorder”) AND (“children” OR “adolescent”) AND (“postural control” OR “postural oscillation” OR “posture regulation” OR “equilibrium” OR “balance” OR “body sway”). **Results:** A total of 1,826 studies were identified across all databases. After removing duplicates and applying inclusion/exclusion criteria to titles and abstracts, 13 studies were selected.

Conclusion: Children with ASD exhibited greater instabilities and rigidity in movements during dynamic tasks, suggesting difficulties in modulating stability under postural challenge conditions. This review identified a gap in understanding the role of sensory information in dynamic stability in children and adolescents with ASD.

Objective Study 2: To investigate the impact of sensory manipulation (visual, somatosensory, and multiple—visual and somatosensory combined) on postural control under dynamic conditions in children and adolescents with ASD, comparing them to their typically developing peers. **Method:** The limits of stability test was conducted on 59 children and adolescents aged between 7 and 17 years with ASD and their typically developing peers under four conditions: eyes open on a firm surface (OAFS); eyes closed on a firm surface (OCFS); eyes open on a compliant surface (OACS); eyes closed on a compliant surface (OCCS). To capture center of pressure (CoP) displacement and velocity measures, the Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software at 100 Hz were used. **Results:** Children and adolescents with ASD exhibited higher anterior-posterior and mediolateral CoP displacement velocities regardless of sensory manipulation, demonstrating greater postural instability, which was accentuated under multiple sensory manipulation conditions (combined proprioceptive and visual). **Conclusion:** The findings indicate that children and adolescents with ASD present postural instability under dynamic conditions when compared to their typically developing peers, especially when subjected to sensory manipulations.

Keywords: Autism Spectrum Disorder. Postural Control. Stability under Dynamic Conditions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Diagrama de fluxo de informações das fases, baseado no protocolo PRISMA.....	27
Figura 9.1 - participante na condição de olhos abertos em superfície rígida (painel superior esquerda) e olhos fechados em superfície maleável (painel superior direita); abaixo imagem ilustrativa do Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software	65
Figura 10.1 - Gráfico de principais efeitos de grupo e condição - Amplitude AP máxima e mínima de deslocamento do CoP	71
Figura 10.2 - Gráfico de principais efeitos de grupo e condição - Amplitude ML direita e esquerda de deslocamento do CoP	72
Figura 10.3 - Gráfico de Interação Grupo e Condição – Velocidade média AP de deslocamento do CoP e Velocidade média ML de deslocamento do CoP.....	74

LISTA DE QUADRO

Quadro 9.1 - Variáveis analisadas	66
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Descrição das características de delineamento e amostragem dos estudos, idade, sexo, características físicas, funcionais e de classificação dos participantes com Transtorno do espectro Autista (TEA) e com Desenvolvimento típico (DT)	29
Tabela 4.2 - Descrição da postura avaliada e da tarefa dinâmica, ferramentas de avaliação, desfechos primários e secundários, e principais resultados encontrados	31
Tabela 4.3 - Avaliação da qualidade dos artigos revisados	39
Tabela 9.1 - Características antropométricas e de atividade física (média \pm desvio padrão) do dos grupos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Desenvolvimento típico (DT).....	61
Tabela 10.1 - Principais efeitos de grupo e condição	70
Tabela 10.2 - Principais efeitos de interação grupo*condição	73

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	10
	REFERÊNCIAS	16
	ESTUDO 1 CONTROLE POSTURAL EM CONDIÇÕES DINÂMICAS DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	20
2	INTRODUÇÃO	22
3	MÉTODOS	24
3.1	ESTRATÉGIA DE BUSCA	24
3.2	SELEÇÃO DE ESTUDOS	24
3.3	EXTRAÇÃO DE DADOS	25
3.4	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS	25
4	RESULTADOS	27
4.1	SELEÇÃO DE ESTUDOS	27
4.2	CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS	27
4.3	POSTURAS AVALIADAS	36
4.4	TAREFAS AVALIADAS	36
4.5	INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	36
4.5.1	Desfechos Primários	36
4.5.2	Desfechos Secundários	37
4.5.3	Avaliação de Qualidade	38
5	DISCUSSÃO	41
6	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	ESTUDO 2 IMPACTO DA MANIPULAÇÃO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL NO LIMITE DE ESTABILIDADE DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	52
7	INTRODUÇÃO	54
8	OBJETIVOS	58
8.1	OBJETIVOS GERAIS	58
8.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	58

9	MÉTODOS	59
9.1	DESENHO DO ESTUDO.....	59
9.2	CÁLCULO AMOSTRAL	59
9.3	PARTICIPANTES	59
9.3.1	Critério de Elegibilidade.....	60
9.4	ASPECTOS ÉTICOS.....	61
9.5	PROCEDIMENTOS GERAIS	62
9.5.1	<i>Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C)</i> e o <i>Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A)</i>	63
9.6	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	63
9.7	EQUIPAMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	65
9.8	ANÁLISE DE DADOS.....	66
9.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
10	RESULTADOS	69
11	DISCUSSÃO	75
12	CONCLUSÃO	80
13	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS	82
	 APÊNDICES	87
	APÊNDICE A – ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	88
	APÊNDICE B – PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS DAS MÃES E CRIANÇAS/ADOLESCENTES	90
	APÊNDICE C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO FÍSICA	92

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por padrões restritos e repetitivos de comportamento, bem como déficits na comunicação e interação social (BRACONNIER; SIPER, 2021). Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION - APA, 2014), o TEA engloba outros transtornos anteriormente denominados de transtorno de *Asperger*, autismo de *Kanner*, autismo infantil precoce, autismo infantil, autismo atípico, autismo de alto funcionamento, transtorno global do desenvolvimento e transtorno desintegrativo da infância.

Nos últimos anos tem-se observado um aumento na prevalência de TEA em todo o mundo (ROCHA *et al.*, 2019). Estima-se que aproximadamente uma em cada 100 crianças seja diagnosticada com TEA, embora a prevalência em países de rendas baixa e média não seja conhecida (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). A OMS estima que no Brasil existe cerca de 2 milhões de pessoas com TEA, com a predominância de crianças do sexo masculino (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Por tratar-se de um espectro, o TEA abrange uma ampla variedade de manifestações (ALPERT, 2020), classificadas em três níveis de suporte de acordo com o DSM-5: o nível 1 pode apresentar interesse reduzido por interações sociais e exige o apoio de familiares ou cuidadores; o nível 2 pode apresentar déficits mais graves na comunicação social verbal e não verbal e exige um apoio substancial de familiares ou cuidadores; e nível 3 com a presença de déficits graves nas habilidades de comunicação social verbal e não verbal, o que causa prejuízos graves de funcionalidade e exige o apoio muito substancial de familiares ou cuidadores (APA, 2014). O diagnóstico do TEA baseia-se na observação de comportamentos atípicos e persistentes (MASI *et al.*, 2016) que se manifestam no início do período do desenvolvimento, antes do ingresso na escola (APA, 2014). Tais comportamentos incluem déficits na comunicação social, comportamentos restritos e repetitivos (LORD *et al.*, 2020) e processamento sensorial atípico (SILVA *et al.*, 2016).

Em crianças e adolescentes com TEA a presença de distúrbios de processamento sensorial é comum (CENCI, 2022; DOUMAS *et al.*, 2015; LE MENN-TRIPI *et al.*, 2019; LORD *et al.*, 2018, 2020; POSAR; VISCONTI, 2018; SOUZA; NUNES, 2019; SUAREZ, 2012; TOMCHEK *et al.*, 2018), com incidência entre 45 e

96% dos casos (SOUZA; NUNES 2019; RANDELL *et al.*, 2019; THYE *et al.*, 2018), os quais se manifestam em diferentes grupos de transtornos sensoriais (SOUZA, NUNES, 2019). O processamento sensorial pode ser compreendido como uma forma de organização e interação entre o limiar neurológico e a autorregulação da conduta (DUNN, 1997). Consiste na interação entre os processos perceptivos ou *inputs* (sensação e percepção captadas por receptores periféricos e sentidos visual, proprioceptivo e vestibular), processos cognitivos (interpretação, processamento e significação das informações) e organização de respostas motoras ou *outputs* (ativações musculares, respostas posturais e práxis) (SHIMIZU; MIRANDA, 2012; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Distúrbios nesses processos podem afetar o desenvolvimento motor (SUAREZ, 2012).

Os Transtornos do Processamento Sensorial são categorizados em três grupos distintos (SOUZA; NUNES, 2019). O primeiro grupo engloba os transtornos na discriminação sensorial, caracterizados pela incapacidade de perceber e interpretar a qualidade dos estímulos das diferentes modalidades sensoriais (visual, tátil, proprioceptiva, auditiva, vestibular, gustativa e/ou olfativa). Esses déficits comprometem a habilidade de distinguir semelhanças ou diferenças entre os estímulos (SOUZA; NUNES, 2019). O segundo refere-se aos transtornos na modulação sensorial, os quais se manifestam como dificuldades na regulação do grau, intensidade e natureza das respostas aos estímulos sensoriais. Tais déficits são categorizados como hiperresponsividade, hiporresponsividade e/ou busca sensorial (SHIMIZU; MIRANDA, 2012). Por fim, o terceiro diz respeito aos transtornos motores de base sensorial, caracterizados pela dificuldade em coordenar eficientemente o próprio corpo no ambiente, frequentemente acompanhados por distúrbios posturais (dificuldade em manter o corpo e a postura alinhados em determinadas tarefas) e dispraxia (dificuldade em planejar, iniciar, modificar e executar ações motoras) (SHIMIZU; MIRANDA, 2012; SOUZA; NUNES, 2019).

O sucesso na realização das diversas atividades da rotina diária requer um processamento sensorial adequado, que resulte em respostas motoras adaptativas funcionais (PAVÃO *et al.*, 2014). Isto ocorre por meio da interação entre: a) processo perceptual: sensação e percepção captadas por meio de receptores periféricos; b) cognição: interpretação, processamento e significação da percepção captada; c) ação: organização de respostas adequadas, ativação motora e execução como resposta adaptativa (SHIMIZU; MIRANDA, 2012; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Distúrbios nestas etapas podem impactar o desenvolvimento motor (SUAREZ, 2012), causando déficits no planejamento e realização de movimentos ou comportamentos. Conseqüentemente, comprometimentos do desempenho motor podem gerar ações pouco adaptativas (SHIMIZU; MIRANDA, 2012). Desta forma, os déficits de processamento sensorial no TEA podem guardar relação com aspectos motores, tais como os déficits de controle postural (DOUMAS *et al.*, 2015).

O controle postural desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e controle motor (BLANCHET *et al.*, 2019), é responsável por fornecer estabilidade postural, orientação espacial e alinhamento dos segmentos corporais em relação à gravidade, a partir da entrada sensorial (vestibular, visual e somatossensorial). É essencial para o planejamento e execução de atividades motoras (IVANENKO; GURFINKEL, 2018), execução de tarefas da rotina diária e engajamento em atividades físicas. Déficits no controle postural podem influenciar a funcionalidade nas atividades de rotina diária (PAVÃO *et al.*, 2015), e determinar menor engajamento em atividades físicas (THOMAS *et al.*, 2021) e brincadeiras (STINS; EMCK, 2018).

Em um estudo de revisão sistemática, Lim *et al.* (2017) buscaram trazer evidências da comparação dos efeitos de diferentes condições sensoriais no controle postural em condições estáticas entre indivíduos com TEA e seus pares típicos. A análise de 19 estudos revelou maiores oscilações posturais no grupo TEA, independente das condições sensoriais aplicadas (manipulação da informação visual e proprioceptiva) e que os distúrbios sensoriais podem preceder os déficits de controle postural no TEA. Em contrapartida, outros estudos que analisaram a manipulação sensorial sobre o controle postural reportaram diferenças entre os grupos TEA e de desenvolvimento típico apenas para condições sensoriais mais desafiadoras (com olhos fechados sobre a espuma), enquanto em condições mais simples (com olhos abertos e em superfície rígida) não houve diferença entre os grupos (CHAM *et al.*, 2021; CORDEIRO *et al.*, 2020; KOHEN-RAZ *et al.*, 1992; LI *et al.*, 2021; MOLLOY *et al.*, 2003).

A estabilidade postural em condições estáticas é mantida quando o centro de massa (CoM) está dentro da área de apoio dos pés, exigindo mínimos ajustes corporais (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005). Em contraste, o controle postural em condições dinâmicas, mais representativo das atividades diárias, demanda ajustes mais pronunciados para manter o CoP dentro dos limites da base de suporte (GRIBBLE *et al.*, 2012). O controle postural em condições dinâmicas pode ser

considerado como a capacidade do indivíduo mover ativa e propositalmente seus segmentos corporais e centro de massa sem comprometer os limites de estabilidade para completar as tarefas funcionais (TEDLA *et al.*, 2021).

Embora o controle postural em condição estática seja importante no cotidiano (TEDLA *et al.*, 2021), a observação dos ajustes dinâmicos oferece informações mais relevantes para identificar problemas posturais (BOJANEK *et al.*, 2020), especialmente ao considerar que as atividades diárias envolvem a manutenção da estabilidade postural durante posturas que movimentam ativamente o CoM (FISHER *et al.*, 2018). A maior parte da literatura enfoca os aspectos sensoriais no controle postural em condição estática (CHAM *et al.*, 2021; CORDEIRO *et al.*, 2020; KOHEN-RAZ *et al.*, 1992; LI *et al.*, 2021; LIM *et al.*, 2017; MOLLOY *et al.*, 2003).

Apesar de o controle postural ser frequentemente considerado uma habilidade geral, estudos têm demonstrado que o conceito de especificidade da tarefa também se aplica à estabilidade postural (GIBOIN *et al.*, 2015). Portanto, testes genéricos, como permanecer em pé em posição estática, podem não ser as opções mais adequadas para representar a realidade dinâmica das demandas diárias e desafios enfrentados. A observação da estabilidade durante condições dinâmicas pode oferecer informações valiosas para detectar alterações no sistema de controle postural (BOJANEK *et al.*, 2020).

Embora existam estudos que abordem a estabilidade postural em condições dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA, percebeu-se a necessidade de uma compreensão mais aprofundada do controle postural em condições dinâmicas nessa população. Quantos e quais estudos avaliaram a estabilidade em condição dinâmica em crianças e adolescentes com TEA? Quais as características da estabilidade em condição dinâmica em crianças em adolescente com TEA?

Para responder a essas questões surgiu a motivação para a realização do primeiro estudo da presente dissertação, uma revisão sistemática intitulada "**Controle postural em condições dinâmicas de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista - Uma Revisão Sistemática**", que teve por objetivo identificar estudos que avaliaram o controle postural dinâmico em crianças e adolescentes com TEA, assim como a caracterizá-lo nesta população trazendo evidências sobre o tema.

A revisão contou com 13 estudos que empregaram tarefas dinâmicas para avaliar o controle postural de crianças com TEA. Foram identificados testes de iniciação do passo, oscilação circular (BOJANEK *et al.*, 2020), análise de iniciação da

marcha (FOURNIER *et al.*, 2010), de limite de estabilidade (WANG *et al.*, 2016), entre outros (FISHER *et al.*, 2018; FUNAHASHI *et al.*, 2014; MILLER *et al.*, 2019; SALVADOR-GARCIA *et al.*, 2022; VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005). Durante a iniciação da marcha, crianças com TEA exibiram maiores momentos CoP-CoM, o que sugere uma possível dificuldade em separar o CoP e o CoM, o que pode contribuir para instabilidades posturais durante a transição de uma postura para outra (FOURNIER *et al.*, 2010). Outros resultados revelaram que o grupo TEA possui maior rigidez nos movimentos e redução na amplitude de balanço lateral durante a realização do passo, o que indica possíveis compensações para lidar com a redução da estabilidade postural (BOJANEK *et al.*, 2020).

Apesar de haver estudos que abordem o controle postural em condição dinâmica em crianças e adolescentes com TEA, a presente revisão revelou lacunas significativas no conhecimento sobre o papel da informação sensorial na modulação do controle postural durante tarefas de estabilidade dinâmica. As tarefas de estabilidade postural dependem de algumas variáveis como restrições temporais, ambientais e específicas do sujeito como a previsibilidade das perturbações posturais, funcionalidade de diferentes mecanismos e estratégias do sistema de controle postural, assim como a disponibilidade, organização e o tipo de entrada sensorial (RINGHOF; STEIN, 2018), posto que ambientes da rotina diária proporcionam diversos estímulos com diferentes graus de complexidade, oportuno para os *inputs* sensoriais (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Ao considerar a especificidade das respostas posturais durante a estabilidade em tarefas dinâmicas, a importância da informação sensorial na modulação do controle postural, os múltiplos desafios sensoriais presentes na rotina diária da rotina diária, bem como os déficits de processamento sensorial observados na população com TEA, notou-se a necessidade de examinar os efeitos da manipulação sensorial no controle postural em condição dinâmica de crianças e adolescentes com TEA. Como se caracteriza o controle postural em tarefas dinâmicas de crianças com TEA e desenvolvimento típico? Quais os efeitos da manipulação sensorial visual, proprioceptiva e manipulação sensorial múltipla (visual e proprioceptiva juntos) sobre a estabilidade em tarefas dinâmicas em cada grupo?

Para responder a estes questionamentos realizou-se o segundo estudo desta dissertação, **“Impacto da manipulação da informação sensorial no limite de estabilidade em crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista”**,

com os objetivos de verificar o efeito da manipulação das informações visual, somatossensorial e manipulação sensorial múltipla (visual e somatossensorial em conjunto) sobre o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos; comparar o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos.

REFERÊNCIAS

ALPERT, J. S. Autism: A Spectrum Disorder. **American Journal of Medicine**, p. 701–702, jun. 2020.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5**. 5. ed. Artmed, 2014.

BLANCHET, M.; PRINCE, F.; MESSIER, J. Development of postural stability limits: Anteroposterior and mediolateral postural adjustment mechanisms do not follow the same maturation process. **Human Movement Science**, v. 63, p. 164–171, fev. 2019.

BOJANEK, E. K. *et al.* Postural control processes during standing and step initiation in autism spectrum disorder. **Journal of Neurodevelopmental Disorders**, v. 12, n. 1, p. 1–13, jan. 2020.

BRACONNIER, M. L.; SIPER, P. M. Neuropsychological assessment in Autism Spectrum Disorder. **Current Psychiatry Reports**, v. 23, n. 10, p. 63, out. 2021.

CENCI, J. **Alterações sensoriais no transtorno do espectro autista**. 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=X4p7OoOjR9s>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

CHAM, R. *et al.* Attention and sensory integration for postural control in young adults with autism spectrum disorders. **Experimental Brain Research**, v. 239, n. 5, p. 1417-1426, 2021.

CORDEIRO, E. S. G. *et al.* Bibliometric analysis of the literature on postural balance in children with Autism Spectrum Disorder. **Revista CEFAC**, v. 22, n. 2, 2020.

DOUMAS, M.; MCKENNA, R.; MURPHY, B. Postural control deficits in autism spectrum disorder: The role of sensory integration. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, p. 853–861, mar. 2015.

DUNN, W. The sensory profile: A discriminating measure of sensory processing in daily life. **Sens Integr Spec Interest Sect Q**, v. 20, n. 1, p. 1-3, 1997.

FISHER, A. *et al.* Brief report: Postural balance and daily living skills in children and adolescents with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 48, n. 9, p. 3210-3215, set. 2018.

FOURNIER, K. A. *et al.* (2010). Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. **Gait & Posture**, v. 32, p. 6-9. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.02.007

FUNAHASHI, Y.; KARASHIMA, C.; HOSHIYAMA, M. Compensatory postural sway while seated posture during tasks in children with autism spectrum disorder. **Occupational therapy international**, v. 21, n. 4, p. 166-175, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/oti.1375>

GIBOIN, L.; GRUBER, M.; KRAMER, A. Task-specificity of balance training. **Human Movement Science**, v. 44, p. 22-31, 2015. DOI: 10.1016/j.humov.2015.08.012

GIBSON, E J.; PICK, A. D. **An ecological approach to perceptual learning and development**. New York: Oxford University Press, 2000.

GRIBBLE, P.; HERTEL, J.; PLISKY, P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. **Journal of Athletic Training**, v. 47, n. 3, p. 339-357. DOI: 10.4085/1062-6050-47.3.08

IVANENKO, Y.; GURFINKEL, V. S. Human postural control. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, n. 171, p. 1-9, mar. 2018.

KOHEN-RAZ, R.; VOLKMAR, F. R.; COHEN, D. J. Postural Control in Children with Autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 22, n. 3, p. 419-432, 1992.

LE MENN-TRIPI, C. *et al.* Sensory-psychomotor evaluation in Autism: A new tool for functional diagnosis. **Encephale**, v. 45, n. 4, p. 312-319, set. 2019.

LI, Y.; LIU, T.; VENUTI, C. E. Development of postural stability in children with autism spectrum disorder: a cross-sectional study. **International Biomechanics**, v. 8, n. 1, p. 54-62, jan. 2021.

LIM, Y. H. *et al.* Standing Postural Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder: Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 47, n. 7, p. 2238-2253, jul. 2017.

LORD, C. *et al.* Autism spectrum disorder. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 6, n. 5, p. 1-23, jan. 2020.

LORD, C. *et al.* Autism spectrum disorder. **The Lancet**, v. 392, n. 10146, p. 508-520, ago. 2018.

MASI, A. *et al.* An Overview of autism spectrum disorder, heterogeneity and treatment options. **Neuroscience Bulletin**, v. 33, n. 2, p. 183-193, abr. 2016.

MILLER, H. L. *et al.* (2019). Children with Autism Spectrum Disorder, Developmental Coordination Disorder, and typical development differ in characteristics of dynamic postural control: A preliminary study. **Gait & posture**, v. 67, p. 9-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.038>

MOLLOY, C. A.; DIETRICH, K. N.; BHATTACHARYA, A. Postural Stability in Children with Autism Spectrum Disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 33, n. 6, p. 643-652, 2003.

MONTEIRO, R. C. *et al.* Percepção de professores em relação ao processamento sensorial de estudantes com Transtorno do Espectro Autista. **Rev. bras. educ. espec.**, v. 26, n. 4, 2020. DOI: 10.1590/1980-54702020v26e0195

OUZA, R. F.; NUNES, D. R. P. Transtornos do processamento sensorial no autismo: algumas considerações. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1-17, mar. 2019.

PAVÃO, S. L. *et al.* Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 4, p. 300-307, jul. 2014.

PAVÃO, S. L. *et al.* Use of sensory information during postural control in children with cerebral palsy: Systematic review. **Journal of Motor Behavior**, v. 47, n. 4, p. 291-301, 4 jul. 2015.

POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. **Jornal de Pediatria**, v. 94, n. 4, p. 342-350, jul. 2018.

RANDELL, E. *et al.* Sensory integration therapy versus usual care for sensory processing difficulties in autism spectrum disorder in children: Study protocol for a pragmatic randomised controlled trial. **Trials**, v. 20, n. 1, fev. 2019.

RIBEIRO, A. C. P. *et al.* Fatores etiológicos e riscos associados ao transtorno de espectro autista: Revisão bibliográfica. **Jornal Paranaense de Pediatria**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2021.

RINGHOF, S.; STEIN, T. Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. **Human Movement Science**, v. 58, p. 140-147, 2018. DOI: 10.1016/j.humov.2018.02.004

ROCHA, C. C. *et al.* O perfil da população infantil com suspeita de diagnóstico de transtorno do espectro autista atendida por um Centro Especializado em Reabilitação de uma cidade do Sul do Brasil. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 29, n. 4, p. e290412, nov. 2019.

SALVADOR-GARCIA, C. *et al.* Dynamic balance improvement in children with Autism Spectrum Disorder after an extracurricular Service-Learning Physical Education program. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 26, n. 1, 2022.

SHIMIZU, V. T.; MIRANDA, M. C. Processamento sensorial na criança com TDAH: uma revisão da literatura. **Rev. Psicopedagogia**, v. 29, n. 89, p. 256-268, 2012.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: Teoria e aplicações práticas**. 3. ed. Barueri: Manole, 2010.

SILVA, E. R.; PEREIRA, A. P. S.; REIS, H. I. S. Processamento sensorial: Nova dimensão na avaliação das crianças com transtorno do espectro autista. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 3, n. 01, p. 62-76, dez. 2016.

STINS, J. F.; EMCK, C. Balance Performance in Autism: a brief overview. **Frontiers In Psychology**, v. 9, n. 901, p. 1-6, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00901

SUAREZ, M. A. Sensory processing in children with autism spectrum disorders and impact on functioning. **Pediatric Clinics of North America**, v. 59, n. 1, p. 203-214, fev. 2012.

TEDLA, J. *et al.* Normative Reference Values for Functional, Lateral, and Oblique Direction Reach Tests in Saudi Children Aged Six to 15 Years Old and Psychometric Properties of the Oblique Direction Reach Test. **Nigerian Journal os Clinical Practice**, v. 24, n. 4, p. 576-583, 2021.

THOMAS, S. *et al.* How Do Physical Activity and Sedentary Behaviour Affect Motor Competence in Children with Autism Spectrum Disorder Compared to Typically Developing Children: A Pilot Study. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05205-3>

THYE, M. D. *et al.* The impact of atypical sensory processing on social impairments in autism spectrum disorder. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 29, p. 151-167, jan. 2018.

TOMCHEK, S. D. *et al.* Sensory subtypes in preschool aged children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 48, n. 6, 1 jun. 2018.

VERNAZZA-MARTIN, S. *et al.* Goal directed locomotion and balance control in autistic children. **Journal of autism and developmental disorders**, v. 35, n. 1, p. 91-102, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-004-1037-3>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Autism**. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/autism-spectrum-disorders-\(asd\)](https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/autism-spectrum-disorders-(asd)). Acesso em: 30 out. 2022.

ESTUDO 1

CONTROLE POSTURAL EM CONDIÇÕES DINÂMICAS DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

CURITIBA

2024

RESUMO

Contexto: O controle postural em tarefas dinâmicas está diretamente associado ao sucesso adaptativo nas atividades da vida diária (AVDs). Sua deficiência pode afetar significativamente a condição de saúde de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), impactando tanto a funcionalidade quanto a qualidade de vida. Assim, é importante abordar possíveis déficits no controle postural em tarefas dinâmicas nessa população. **Objetivo:** Identificar estudos que avaliaram o controle postural em tarefas dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA, assim como a caracterizá-lo nesta população. **Métodos:** Uma busca personalizada e sistemática foi realizada nas bases de dados *PubMed (National Library of Medicine)*, *Web of Science (Thomson Scientific/ISI Web of Knowledge)*, *SCOPUS (Elsevier)* e *EMBASE*, no dia 25 de novembro de 2022. Estudos que abordavam o controle postural em crianças e adolescentes com TEA foram selecionados com base em um conjunto de palavras-chave baseadas em termos *MESH* (“*autism*” OR “*ASD*” OR “*Autism Spectrum Disorder*”) AND (“*children*” OR “*adolescent*”) AND (“*postural control*” OR “*postural oscillation*” OR “*posture regulation*” OR “*equilibrium*” OR “*balance*” OR “*body sway*”). **Resultados:** Um total de 1826 estudos foram identificados em todas as bases de dados. Após a remoção de duplicatas e a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão aos títulos e resumos, 13 estudos foram selecionados. **Conclusão:** o controle postural em tarefas dinâmicas nos participantes com TEA é afetado por déficits neuromotores, como a redução da estabilidade postural, causada pela maior vulnerabilidade a mudanças no alinhamento corporal e no centro de pressão, resultando em movimentos compensatórios para manter a postura.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista. Crianças e Adolescentes. Controle Postural Dinâmico.

2 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) abrange um conjunto de desordens do neurodesenvolvimento (APA, 2014) caracterizados por déficits clinicamente significativos e persistentes na comunicação e interação social, associados a um repertório restrito e repetitivo de comportamentos, interesses e atividades (GUEDES, 2021). Déficits perceptivos, motores e de processamento sensorial são altamente prevalentes no TEA (80-90%) (WIGGINS *et al.*, 2009; POSAR; VISCONTI, 2018) e impactam as respostas motoras adaptativas em atividades da vida diária. Embora tais déficits não sejam critérios determinantes no diagnóstico de TEA, eles influenciam o controle postural (LIM *et al.*, 2017) impactam o desempenho motor, e levam a déficits de coordenação, instabilidade na marcha e dificuldades de planejamento motor (FOURNIER *et al.*, 2010; LIM *et al.*, 2017; FISCHER *et al.*, 2018). O desempenho motor de crianças com TEA é afetado pelo aumento das demandas de tarefas posturais, o que pode causar desequilíbrios posturais e aumento do risco de quedas (STINS; EMCK, 2018).

Estes déficits no controle postural parecem mais evidentes durante a realização de tarefas dinâmicas (CHEN *et al.*, 2019; BOJANEK *et al.*, 2020), nas quais o alinhamento dos segmentos corporais deve ser continuamente ajustado durante a execução da tarefa (FOURNIER *et al.*, 2010). O controle postural em condição dinâmica é definido como a capacidade de manter a estabilidade e o alinhamento entre os segmentos corporais enquanto se realizam tarefas que exigem mudanças ativas e intencionais na posição do corpo (FOURNIER *et al.*, 2010). O controle postural em condição dinâmica está diretamente associado ao sucesso adaptativo em atividades da vida diária (FISCHER *et al.*, 2018). Consequentemente, déficits na estabilidade durante tarefas dinâmicas podem impactar significativamente o funcionamento e a qualidade de vida de crianças com TEA, determinando menores níveis de atividade física (BHAT; LANDA; GALLOWAY, 2011), de participação e suporte para a participação em casa, na escola e na comunidade (OLIVEIRA *et al.*, 2021) quando comparadas a seus pares com desenvolvimento típico.

Embora o controle postural em crianças e adolescentes com TEA venha sendo estudado, com revisões sistemáticas buscando sintetizar o conhecimento sobre o tema (STINS; EMCK, 2021; LIM *et al.*, 2017), o enfoque destes estudos tem sido o

controle postural durante condições estáticas. Poucos estudos parecem abordar o controle postural em condições dinâmicas.

Considerando a relevância do controle postural em condições dinâmicas para o sucesso adaptativo em múltiplas situações cotidianas, é importante sintetizar as evidências e identificar lacunas de conhecimento que possam orientar a prática, a educação e a pesquisa futuras nesse campo. Tal investigação pode apoiar estratégias terapêuticas para melhorar a funcionalidade e a qualidade de vida de crianças e adolescentes com TEA.

Dessa forma, revisamos sistematicamente estudos que avaliaram o controle postural em condições dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA de modo a caracterizar suas respostas posturais e realizamos uma avaliação da qualidade metodológica destes estudos. Com o objetivo de identificar e resumir os estudos que avaliaram o controle postural em tarefas dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA e caracterizá-lo nesta população, respondendo à pergunta: como o controle postural de crianças com TEA é afetado pela realização de tarefas dinâmicas?

3 MÉTODOS

3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca na literatura foi realizada com base nas recomendações da checklist PRISMA (MOHER *et al.*, 2010) e conduzida por três revisores independentes (ALSF, MG e MOV). A busca foi realizada em bases de dados eletrônicas em novembro de 2022 e revisada em julho de 2024, abrangendo as seguintes bases: PubMed (via *National Library of Medicine*), *Web of Science (Thomson Scientific/ISI Services Network)*, SCOPUS (Elsevier) e EMBASE. As buscas foram conduzidas usando as seguintes palavras-chave baseadas em termos MeSH (“*autism*” OR “*ASD*” OR “*autism spectrum disorder*”) AND (“*children*” OR “*adolescent*”) AND (“*postural control*” OR “*postural oscillation*” OR “*posture regulation*” OR “*equilibrium*” OR “*balance*” OR “*body sway*”). A estratégia de busca está disponível como arquivo suplementar nos apêndices da presente dissertação (APÊNDICE A). A pesquisa foi limitada a estudos publicados em inglês. Além disso, uma busca adicional foi realizada nas referências dos estudos incluídos. A revisão foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO)* (CRD42022367579).

3.2 SELEÇÃO DE ESTUDOS

Foram incluídos estudos publicados de 2000 a 2024. Os revisores realizaram o processo de triagem e seleção utilizando o *software State of the Art through Systematic Review tool (StArt)* (HERNANDES *et al.*, 2012). Os critérios de inclusão foram: (a) estudos que investigaram o controle postural em condição dinâmica de crianças e adolescentes com TEA; (b) estudos em que pelo menos 30% da amostra incluísse participantes com TEA; (c) limite de idade de até 18 anos. Ensaios clínicos randomizados, estudos de caso e revisões ou meta-análises foram excluídos.

Os estudos foram revisados a partir da leitura dos títulos e resumos e, em caso de discordâncias sobre a inclusão, uma leitura completa foi realizada antes de uma decisão final por consenso dos pesquisadores. Os estudos selecionados foram lidos integralmente. Além disso, a estratégia de questionamento PECO (*Population, Exposure, Comparator e Outcomes*) (MORGAN *et al.*, 2018) foi utilizada para revisar títulos e resumos: 1) *Population*: formada por crianças e adolescentes com TEA; 2)

Exposure: consistiu nas tarefas avaliadas que envolvem movimento ativo do centro de massa durante a avaliação do controle postural; 3) *Comparator*: estabelecido com uma amostra de crianças e adolescentes com desenvolvimento típico; 4) *Outcomes*: foram as variáveis que relataram os efeitos das tarefas no controle postural.

3.3 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração de dados foi realizada utilizando um formulário padronizado contendo desfechos importantes para interpretação e aplicabilidade dos resultados. Os seguintes dados foram extraídos: 1) desenho experimental, tamanho da amostra, idade, composição, dados antropométricos, classificação do nível de suporte, nível cognitivo e instrumentos de medida do nível cognitivo; 2) postura avaliada; 3) tarefas avaliadas; 4) ferramentas de avaliação; 5) desfechos primários; 6) desfechos secundários; e 7) os principais resultados.

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS

A avaliação da qualidade metodológica foi realizada utilizando uma lista de verificação de avaliação adaptada, previamente utilizada em revisões sistemáticas (BRUGNARO *et al.*, 2022), que analisou: (1) apresentação dos objetivos do estudo; (2) justificativa para as hipóteses do estudo; (3) uso de um desenho de pesquisa apropriado para atender aos objetivos do estudo; (4) descrição dos participantes do estudo; (5) descrição dos critérios de inclusão e exclusão; (6) descrição da(s) fonte(s) de recrutamento dos participantes; (7) descrição do método de amostragem; (8) consideração de aspectos éticos; (9) relato da taxa de desistência dos participantes; (10) tamanho da amostra (descrição do cálculo da amostra ou do tamanho do efeito); (11) descrição clara das variáveis; (12) uso de métodos estatísticos apropriados; (13) apresentação das medidas de centralidade ou dispersão nos resultados; (14) validade externa; (15) apresentação dos achados de forma clara e objetiva; e (16) descrição das limitações. Cada item recebeu a pontuação de 1 quando estava totalmente presente e 0 quando não estava. A pontuação máxima é 16, que é a soma de todos os itens. Pontuações entre 12 e 16, com mínimas limitações metodológicas, indicam boa qualidade metodológica; pontuações entre 7 e 11, com limitações metodológicas moderadas, indicam qualidade aceitável; e pontuações entre 6 e 0, associadas a

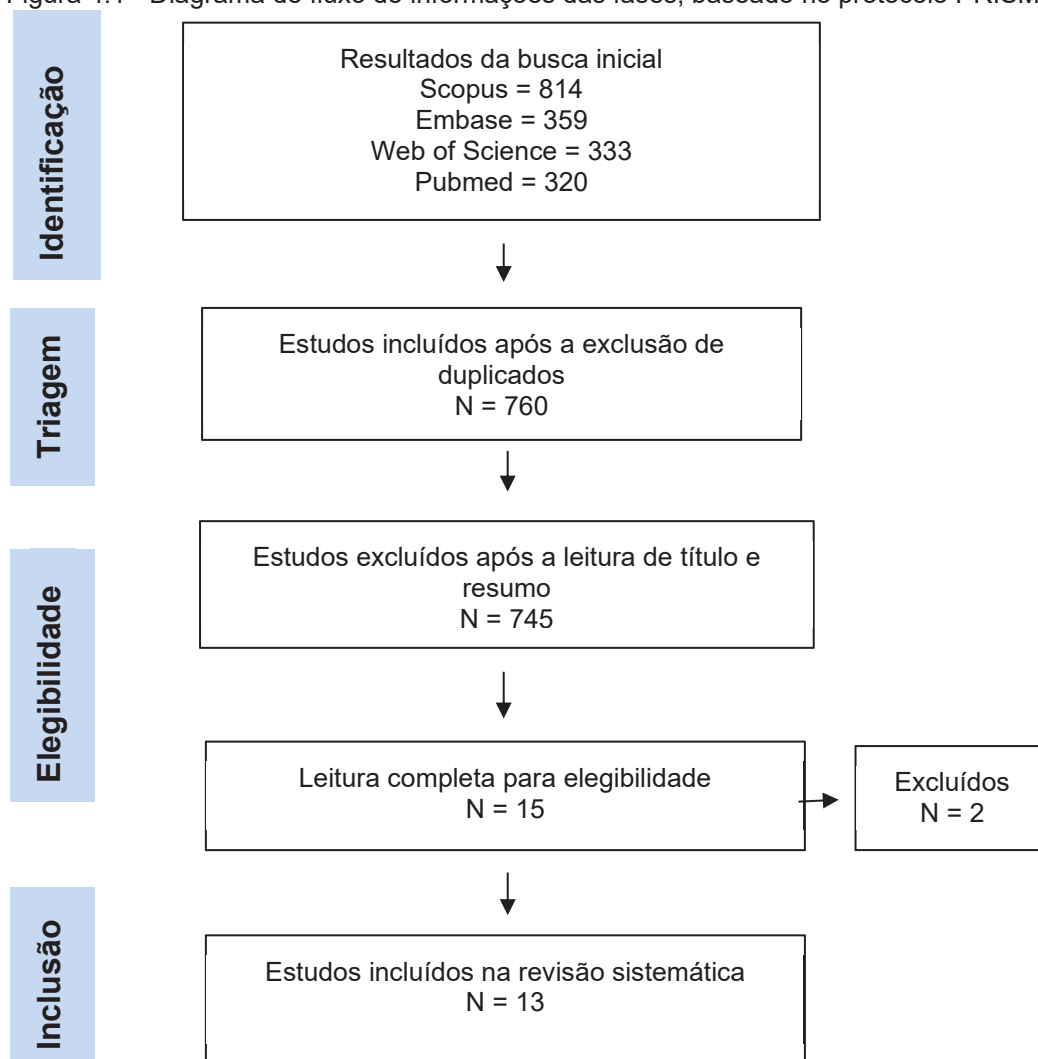
muitas limitações metodológicas, refletem qualidade de estudo pobre. Assim, quanto maior a pontuação, melhor a qualidade do estudo. Esses parâmetros foram utilizados para estimar a relevância dos resultados. Os mesmos três pesquisadores independentes avaliaram a qualidade metodológica de forma independente para garantir a confiabilidade dos resultados. Os conflitos foram discutidos até que um consenso fosse alcançado. O índice de concordância entre avaliadores foi de 93%.

4 RESULTADOS

4.1 SELEÇÃO DE ESTUDOS

A busca inicial identificou 1826 estudos, dos quais 13 atenderam aos critérios de inclusão. A Figura 1 apresenta o fluxograma baseado nas diretrizes do PRISMA, detalhando as etapas do processo de seleção dos estudos.

Figura 4.1 - Diagrama de fluxo de informações das fases, baseado no protocolo PRISMA



FONTE: As autoras (2024).

4.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

A Tabela 1 apresenta o desenho do estudo e as características da amostra dos estudos incluídos. A Tabela 2 fornece a extração de dados referentes às

ferramentas de avaliação, variáveis analisadas e principais resultados relacionados ao controle postural em condição dinâmica de crianças e adolescentes com TEA.

Os estudos incluídos utilizaram um desenho transversal para avaliar o controle postural em condição dinâmica. O tamanho da amostra variou de 9 a 52 participantes com TEA (média 21,9; \pm 13,8 participantes) e de 6 a 135 com desenvolvimento típico como controles (média 29,6; \pm 37,1 participantes). Os estudos apresentaram tamanhos de amostra semelhantes, exceto três estudos (FISHER *et al.*, 2018; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024), que avaliaram amostras de cerca de 50 a 52 participantes, e um (PERIN *et al.*, 2020) que utilizou uma amostra de 135 crianças neurotípicas. As idades dos participantes variaram de 3 a 19 anos para os grupos com TEA e de 4 a 19 anos para os grupos com desenvolvimento típico. Nem todos os estudos detalharam a idade dos grupos, e alguns apenas relataram a faixa etária.

Os critérios diagnósticos para o TEA foram baseados em diferentes manuais (DSM-4 e DSM-5), resultando em variações terminológicas para classificar os níveis de suporte do espectro. Foram encontrados poucos estudos avaliando a associação entre o nível de suporte dos participantes com TEA e as variáveis de controle postural. Nove estudos avaliaram o nível cognitivo, oito deles utilizando o quociente de inteligência (QI) (FOURNIER *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2016; FISCHER *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2019; MILLER *et al.*, 2019; BOJANEK *et al.*, 2020; MILLER *et al.*, 2023; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024). Perin e colegas (2020) aplicaram a avaliação de “deficiência intelectual” para classificar os participantes como “leve”, “moderado” ou “severo”.

Tabela 4.1 - Descrição das características de delineamento e amostragem dos estudos, idade, sexo, características físicas, funcionais e de classificação dos participantes com Transtorno do espectro Autista (TEA) e com Desenvolvimento típico (DT)

Autores	Desenho Experimental	Tamanho da amostra	Idade	Sexo	Dados			Ferramentas de avaliação para nível cognitivo
					antropométricos (E = Estatura M = Massa; IMC = Índice de Massa Corporal)	Classificação do nível de suporte para TEA	Nível cognitivo	
Ferreiro-Pérez <i>et al.</i> 2024	Transversal	TEA (n = 27)	TEA (3 - 6 anos)	TEA (22 masculinos; 5 femininos)	TEA (E = 1,09 ± 0,07 m) (M = 21,0 ± 4,3 kg)	-	-	-
		DT (n = 50)	DT (6 - 18 anos)	DT (43 masculinos; 7 femininos)	-	-	-	QI: Wechsler Intelligence Scale-IV
Martin-Díaz <i>et al.</i> 2024	Transversal	TEA (n = 50)	TEA (6 - 18 anos)	TEA (43 masculinos; 7 femininos)	-	-	-	-
		DT (n = 50)	DT (6 - 18 anos)	DT (43 masculinos; 7 femininos)	-	-	-	-
Fears <i>et al.</i> 2023	Transversal	TEA (n = 21)	TEA (8 - 16 anos)	TEA (19 masculinos; 2 femininos)	-	-	-	TEA: DSM 5
		DT (n = 32)	DT (7 - 15 anos)	DT (19 masculinos; 13 femininos)	-	-	-	-
Miller <i>et al.</i> 2023	Transversal	TEA (n = 15)	TEA (7 - 13 anos)	TEA (13 masculinos; 2 femininos)	TEA IMC 12 - 29.9 (M = 20.9)	-	QI ≥ 70	TEA: DSM 4 ou DSM 5 ADOS-2
		DT (n = 11)	DT (7 - 11 anos)	DT (7 masculinos; 4 femininos)	DT IMC 14.4 - 50.1 (M = 25.6)	-	-	QI: WASI-2
Perin <i>et al.</i> 2020	Transversal	TEA (n = 18)	TEA (6 - 18 anos)	TEA (16 masculinos; 2 femininos)	-	Nível 1 (n = 8) Nível 2 (n = 9) Nível 3 (n = 1)	-	TEA: DSM 5, ADOS-2
		DT (n = 135)	DT (6 - 18 anos)	DT (100 masculinos; 35 femininos)	-	-	-	Severidade: ADOS CSS
Bojanek <i>et al.</i> 2020	Transversal	TEA (n = 17)	TEA (6 - 19 anos)	TEA (88% masculino)	TEA IMC (M = 22.18 ±4.04)	-	QI > 70	TEA: DSM 5, ADOS-2, ou ADI-R
		DT (n = 20)	DT (6 - 19 anos)	DT (80% masculino)	DT IMC (M = 19.71 ±4.13)	-	-	QI: WASI-2

Chen <i>et al.</i> 2019	Transversal	TEA (n = 15) DT (n = 15)	TEA (M = 8.8 ± 1.2 anos) DT (M = 8.8 ± 1.2 anos)	TEA (12 masculinos; 2 femininos) DT (12 masculinos; 2 femininos)	-	QI entre 75 – 137	TEA: DSM 4 QI: WASI-2
Miller <i>et al.</i> 2019	Transversal	TEA (n = 10) DT (n = 8) Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) (n = 10)	TEA (M = 13 ± anos) DT (M = 10.2 ± anos) TDC (M = 9.3 ± anos)	TEA (9 masculinos; 1 feminino) DT (4 masculinos; 4 femininos) TDC (9 masculinos; 1 feminino)	-	QI > 69	TEA: DSM 4 QI -
Fischer <i>et al.</i> 2018	Transversal	TEA (n = 52)	TEA (6 - 17 anos)	TEA (90.4% masculinos)	-	Módulos 3 ou 4 do ADOS-2 QI > 67	TEA: ADOS-2 QI: WASI-2
Wang <i>et al.</i> 2016	Transversal	TEA (n = 22) DT (n = 21)	TEA (7 - 18 anos) DT (4 - 18 anos)	TEA (86.4% masculinos) DT (85.7% masculinos)	-	ADOS-2 QI: 98.68	TEA: DSM 5, ADOS-2, ou ADI-R QI: WASI-2
Funahashi <i>et al.</i> 2014	Transversal	TEA (n = 16) DT (n = 16)	TEA (7 - 8 anos) DT (7-8 anos)	TEA (10 masculinos; 6 femininos) DT (10 masculinos; 6 femininos)	-	-	TEA: DSM 5, PARS e CARS
Fournier <i>et al.</i> 2010	Transversal	TEA (n = 13) DT (n = 12)	TEA (M = 11.1 ± 2.3 anos) DT (M = 12.9 ± 2.1 anos)	TEA (E = 1.45 ± 0.17 m) (M = 50.2 ± 21.8 kg) DT (E = 1.57 ± 0.12m) (M = 48.2 ± 10.3 kg)	-	TEA (M = 81.8 ± 32.8) DT (M = 104.9 ± 17.1)	TEA: ADOS-G, SCQ e CARS QI: Leiter-R Brief
Vemazza-Martin <i>et al.</i> 2005	Transversal	TEA (n = 9) DT (n = 6)	TEA (4 - 6 anos) DT (4-6 anos)	-	-	-	TEA: DSM 4

Legenda: Inventário Diagnóstico de Autismo Revisado (ADI-R), a Escala de Avaliação da Sociedade Japonesa de Autismo para Transtornos Globais do Desenvolvimento (PARS), a Escala de Avaliação do Autismo na Infância (CARS), o Programa de Observação Diagnóstica do Autismo – Genérico (ADOS-G),

o Questionário de Comunicação Social (SCQ) e a Escala de Desempenho Internacional Leiter - Revisada (Leiter-R Breve), TEA – Transtorno do Espectro Autista, DT – desenvolvimento típico.

FONTE: As autoras (2024).

Tabela 4.2 - Descrição da postura avaliada e da tarefa dinâmica, ferramentas de avaliação, desfechos primários e secundários, e principais resultados encontrados

Autores	Postura Avaliada	Tarefa Avaliada	Ferramentas de Avaliação	Medidas de Desfecho Primário	Medidas de Desfecho Secundário	Resultados
Ferreiro-Pérez <i>et al.</i> 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Permanecer em pé e sentado em posturas estáticas e dinâmicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção ortostática - Tarefas de equilíbrio propostas pelo PBS 	<ul style="list-style-type: none"> - Teste Clínico Modificado de Integração Sensorial e Equilíbrio (m-CTSIB) - Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS) - Análises cinemáticas utilizando o Software de Análise de Movimento Kinovea® 	<ul style="list-style-type: none"> - Deslocamento do corpo no plano sagital - Índices somatossensorial (SOM), visual (VIS), vestibular (VEST) e de preferência visual (VP) - Pontuação do PBS 	-	<p>O GTEA (grupo com TEA) mostrou uma maior dependência dos inputs somatossensoriais (SOM) em comparação aos visuais (VIS), vestibulares (VEST) ou de preferência visual (VP). Não houve diferenças entre o uso de VIS, VEST ou VP ao analisar os marcadores no maléolo lateral. Os marcadores no processo mastoide apresentaram um maior uso das informações VIS e VEST em comparação ao VP. Houve uma correlação negativa significativa entre as pontuações do PBS e o índice vestibular de ambos os marcadores no maléolo ($r = -0,43$) e no processo mastoide ($r = -0,44$).</p>
Martin-Díaz <i>et al.</i> 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Permanecer em pé e sentado em posturas estáticas e dinâmicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Tarefas estáticas e dinâmicas propostas pelas ferramentas de avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> - Teste de Proficiência Motora Bruininks-Oseretsky, versão curta (SFBOT-2) - Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS) - Teste Timed Up and Go (TUG) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pontuações do SF BOT-2 - Pontuações do PBS - Tempo para completar o TUG 	- Idade	<p>O GTEA apresentou pontuações mais baixas do que o GDT (grupo com desenvolvimento típico) no SF BOT-2 e PBS, além de tempos mais longos para completar o TUG. As análises por estratificação etária mostraram pontuações mais baixas no ASDG em todas as faixas etárias para o TUG e SF BOT-2. Para as pontuações do PBS, o GTEA apresentou pontuações mais baixas apenas nas faixas etárias de 6 a 9 anos e de 10 a 12 anos. Correlações negativas fracas foram encontradas entre as pontuações do SF BOT-2 ($r = -0,40$), PBS ($r = -0,27$) e os tempos do TUG. Correlações positivas foram encontradas entre as pontuações do SF BOT-2 e PBS ($r = 0,51$).</p>

<p>Fears <i>et al.</i> 2023</p> <p>- Permanência em pé estática e dinâmica</p> <p>- Manutenção ortostática em diferentes condições sensoriais: olhos abertos (OA), olhos fechados (EC) e olhos abertos com uma esfera de papel translúcido colocada ao redor da cabeça do participante (Dome)</p> <p>- Teste de limite de estabilidade</p> <p>- Teste Clínico para Integração Sensorial em Equilíbrio (CTSIB)</p> <p>- Plataforma de força (BioSway, Biodex Corp)</p>	<p>- Índice de estabilidade (magnitude de oscilação)</p> <p>- Índice de oscilação (variabilidade de oscilação)</p> <p>- Tempo de conclusão</p> <p>- Índice de eficiência (eficiência do movimento)</p> <p>- Idade</p>	<p>O GTEA levou mais tempo para completar a tarefa de Limite de Estabilidade (LOS) em comparação ao GDT. Houve um efeito da idade, uma vez que o tempo de conclusão do teste de LOS diminuiu à medida que a idade aumentou. O GDT foi mais eficiente ao se mover em direção aos alvos do que o GTEA. Houve um efeito principal da idade, em que, à medida que a idade dos participantes aumentava, seus movimentos se tornavam mais eficientes.</p>
<p>Miller <i>et al.</i> 2023</p> <p>- Permanência em pé dinâmica</p> <p>- Mover um objeto controlado pelo usuário para uma área-alvo estática chamada zona de segurança, por meio de movimentos médio-laterais de um marcador colocado na C7</p> <p>- Análise cinemática com um sistema de captura de movimento baseado em câmera</p>	<p>- Amplitude de movimento do tronco e da pelve</p> <p>- Jerk adimensional logarítmico</p> <p>- Suauidade do movimento no tronco, pelve e C7</p> <p>- Durações das tentativas</p> <p>- Idade</p> <p>- Acuidade visual</p> <p>- Sensibilidade ao contraste de borda e percepção de profundidade</p> <p>- Tempo de reação motora</p> <p>- Força muscular dos membros inferiores</p>	<p>O GTEA apresentou uma amplitude de movimento médio-lateral (ML) maior na pelve, adotando a estratégia de passos com mais frequência para manter a estabilidade. Eles mostraram menor suavidade de movimento (maior jerk adimensional logarítmico) no C7 para alvos distantes do que para locais próximos. O GTEA realizou tentativas mais longas do que o GDT. Para ambos os grupos, as crianças mais novas tiveram durações de tentativas mais longas do que as mais velhas.</p>
<p>Perin <i>et al.</i> 2020</p> <p>Permanência em pé estática e dinâmica</p> <p>- Manutenção ortostática</p> <p>- Teste de limite de estabilidade no eixo antero-posterior (AP)</p> <p>- Teste de estabilidade coordenada</p> <p>- Avaliação do Perfil Fisiológico</p> <p>- Teste de Borda de Melbourne</p> <p>- Aparelho de percepção de profundidade Howard-Dohlman</p>	<p>- Amplitude de oscilação no plano antero-posterior (AP) e médio-lateral (ML)</p> <p>- Área de oscilação do CoP</p>	<p>O GTEA apresentou desempenho de equilíbrio reduzido e o processo de desenvolvimento relacionado à idade foi diminuído nesse grupo. A presença de deficiência intelectual não pôde ser descartada como uma justificativa para as diferentes performances entre o GTEA e o GDT.</p>

<p>Bojaneck <i>et al.</i> 2020</p> <p>Permanência em pé estática e dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção ortostática em base de suporte padronizada e estreita - Passo (início da marcha) <p>Permanência em pé estática e dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Escalas Abreviadas de Inteligência de Wechsler - Entrevista Diagnóstica de Autismo Revisada (ADI-R) <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo de Observação para Diagnóstico de Autismo – Segunda Edição (ADOS-2) - Duas plataformas de força 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprimento da trajetória do CoP nas direções AP e ML - Desvio padrão do CoP nas direções AP e ML - Informação mútua (dependências compartilhadas entre o CoP nas direções ML e AP) - Amplitude e duração dos ajustes posturais antecipatórios (APA) - Oscilação lateral máxima, duração e velocidade dos ajustes do CoP após o passo inicial 	<p>O GTEA apresentou aumento no comprimento da trajetória do CoP em todas as condições de postura. Durante a oscilação circular, esse grupo exibiu dependências compartilhadas reduzidas entre o CoP nas direções ML e AP (informação mútua). Na fase de antecipação do movimento de passo, não houve diferença entre os grupos quanto à amplitude e duração dos ajustes posturais antecipatórios. No passo inicial, o GTEA mostrou menor oscilação ML, menor duração da transferência de peso e maior velocidade de transferência corporal em comparação ao GDT. Maior variabilidade do CoP ML na postura neutra e redução da oscilação lateral ao dar o passo foram associadas a comportamentos restritos e repetitivos mais severos no GTEA.</p>
<p>Chen <i>et al.</i> 2019</p> <p>Permanência em pé dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pegar uma bola rolando por uma rampa em seis condições de teste - Direção da rampa (esquerda vs. centro vs. direita) - Inputs visuais (com vs. sem pré-sinais visuais) <p>Permanência em pé dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análise cinemática (sistema de captura de movimento baseado em ultrassom) - Plataforma de pressão computadorizada 	<ul style="list-style-type: none"> - Percentual de tentativas com APA - Intervalo de tempo entre a APA e o início do movimento do braço - Deslocamento angular do ombro, cotovelo e punho - Amplitude máxima e pico de velocidade do ombro e cotovelo - Deslocamento primário do CoP - Deslocamento do CoP durante a APA - Deslocamento do CoP no plano ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) - Velocidade da oscilação do CoP 	<p>O GTEA apresentou taxas de sucesso reduzidas na performance de captura, especialmente nas direções laterais. Nessa direção, o GTEA mostrou ajustes posturais antecipatórios (APA) menores do que o GDT. Eles utilizaram significativamente menos informações visuais para planejar movimentos e pegar a bola em comparação ao GDT. Ambos os grupos exibiram maiores APAs na direção lateral em comparação com a direção central. O GTEA apresentou tempos de iniciação de movimentos do braço e ajustes do CoP mais precoces.</p> <p>Na fase de movimento, o GTEA mostrou maior amplitude de excursão do ombro e picos de velocidade do ombro e cotovelo. Os grupos exibiram maior amplitude e velocidade de oscilação do CoP nas direções laterais. O controle do movimento para ambos foi maior na direção central do que na direção lateral.</p>
<p>Miller <i>et al.</i> 2019</p> <p>Permanência em pé dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma de força <p>Permanência em pé dinâmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade da oscilação do CoP - Aceleração AP e ML do CoP - Precisão do CoP (desvio do alvo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Taxa de sucesso - Uso de informações visuais 	<p>O GTEA apresentou menor velocidade e aceleração ML do CoP em comparação ao GDT. Na direção AP, a velocidade e a aceleração foram semelhantes entre os grupos. O GTEA demonstrou movimentos mais lentos e fluidos.</p>

<p>Fischer <i>et al.</i> 2018</p> <p>Permanência em pé estática e dinâmica</p>	<p>- Posturas com os dois pés e com um pé sob diversas condições (olhos abertos, olhos fechados e viga de equilíbrio)</p>	<p>- Versão curta do BOT-2 e subescala de equilíbrio</p>	<p>- Pontuações do BOT-2</p>	<p>- Medidas de DLS relacionadas pelos pais - QI</p>	<p>Houve uma associação positiva entre equilíbrio e atividades da vida diária em jovens com QI abaixo da média. Embora os desafios de equilíbrio fossem evidentes em todo o espectro de QI, os jovens com QI acima da média não apresentaram uma associação entre equilíbrio e atividades de vida diária.</p>
<p>Wang <i>et al.</i> 2016</p> <p>Permanência em pé estática e dinâmica</p>	<p>- Teste de limite de estabilidade no plano AP e ML</p>	<p>- Plataforma de força</p>	<p>- Desvio padrão do CoP nos eixos anterior-posterior (AP) e médio-lateral (ML) - Comprimento do CoP nos eixos AP e ML - Frequência de oscilação postural - Área limite de limitação postural - Virtual-time-to-contact temporal (VTC(w)) e espacial (VTC(τ)) - Informação mútua</p>	<p>- Idade - QI (Total, Verbal, de Desempenho) - Nível de suporte para TEA - Habilidades de comunicação e interação social</p>	<p>O GTEA apresentou maior comprimento e desvio padrão do CoP em ambas as condições de estabilidade e em ambos os eixos. As principais diferenças foram observadas nas condições dinâmicas. Em condição estática, o GTEA mostrou um desvio padrão do CoP maior no eixo AP do que no ML, em comparação com o grupo GDT. Ambos os grupos apresentaram frequências de oscilação semelhantes nas condições dinâmicas. No GDT, o aumento da idade foi associado a uma redução no desvio padrão do CoP no eixo ML em ambas as condições de estabilidade. Para o GTEA, o aumento da idade foi associado à redução do desvio padrão do CoP nas condições dinâmicas. O GTEA demonstrou percepção espacial reduzida de seu limite de limitação postural em direção aos alvos e menor tempo para corrigir esse erro durante oscilações posturais dinâmicas, mas não durante a postura estática. As medidas posturais não foram associadas ao QI. Níveis mais altos de suporte para TEA foram associados a um maior deslocamento do CoP no eixo AP durante as condições estáticas.</p>
<p>Funahashi <i>et al.</i> 2014</p> <p>Permanência sentada dinâmica</p>	<p>- Realizar as nove tarefas motoras simples do Teste Simples para Avaliação da Função da Mão (STEF)</p>	<p>- Baropodômetro</p>	<p>- Desvio do CoP nos eixos ML e AP</p>	<p>- Teste Simples para Avaliação da Função da Mão (STEF) - Tempo para completar cada um dos subtestes</p>	<p>O desvio do CoP foi maior no GTEA em ambas as direções. Para essas crianças, o desvio na direção lateral foi maior do que na direção AP. Ambos os grupos realizaram o STEF com sucesso. Crianças com maior oscilação no eixo AP demoraram mais para realizar as tarefas. Para a oscilação lateral, o tempo necessário para as tentativas foi correlacionado com a quantidade de oscilação no GDT, mas essa correlação não foi observada no GTEA.</p>

<p>Fournier <i>et al.</i> 2010</p>	<p>Permanência em pé estática e dinâmica</p>	<p>- Força de reação do solo - Deslocamento máximo do CoP no eixo AP e ML - Área de oscilação - Braço de alavanca entre o CoP e o centro de massa (COM) - Magnitudes máximas de pico do braço de alavanca no AP e ML (CoP-COMmax) - Braço de alavanca resultante máximo - deslocamento do CoP no AP e ML durante a iniciação da marcha</p>	<p>- Duas plataformas de força</p>	<p>- Passo (iniciação da marcha)</p>	<p>- QI - Altura e peso</p>	<p>O GTEA apresentou maior oscilação normalizada ML e AP, além de uma maior área de oscilação do CoP em comparação ao GDT durante a postura estática. Não foram encontradas diferenças entre os grupos no deslocamento do CoP na direção posterior. O GTEA deslocou seu CoP significativamente menos em direção à perna de balanço durante a iniciação da marcha.</p>
<p>Vernazza-Martin <i>et al.</i> 2005</p>	<p>Permanência em pé dinâmica</p>	<p>- Translação vertical durante a locomoção - Dispersão angular dos segmentos da cabeça, tronco e pelve durante a locomoção - Estabilização segmentar no plano frontal e horizontal durante a caminhada - Trajetória do sacro no plano sagital</p>	<p>- ELITE System (sistema de análise de movimento automático com duas câmeras e frequência de amostragem de 100 Hz) - Análise da marcha</p>	<p>- Duração do passo - Comprimento do passo - Velocidade da marcha - Cadência - Período de balanço e de apoio</p>	<p>No GTEA, as traduções verticais dos segmentos corporais (cabeça, ombro, quadril e pé) são mais irregulares. A dispersão angular absoluta da cabeça, ombro e pelve durante a locomoção nos planos frontal e horizontal, assim como a dispersão angular da cabeça e tronco no plano sagital, foram maiores no GTEA em comparação ao grupo controle. O índice de ancoragem da cabeça, ombro e pelve no plano frontal foi positivo e significativo para ambos os grupos. O ângulo absoluto médio entre a linha de trajetória das crianças e a linha que une o ponto de partida à porta foi maior para o GTEA.</p>	

FONTE: As autoras (2024).

4.3 POSTURAS AVALIADAS

Funahashi e colaboradores avaliaram o controle postural em condição dinâmica na posição sentada (Funahashi *et al.*, 2014), enquanto os demais utilizaram a postura em pé. A avaliação em pé foi realizada em 10 estudos (WANG *et al.*, 2016; FISCHER *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2019; MILLER *et al.*, 2019; PERIN *et al.*, 2020; BOJANEK *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023; MILLER *et al.*, 2023; FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024), dos quais sete também incluíram uma condição estática (FOURNIER *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2016; FISCHER *et al.*, 2018; BOJANEK *et al.*, 2020; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023; FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024). Dois estudos avaliaram o controle postural em condição dinâmica utilizando a iniciação da marcha (BOJANEK *et al.*, 2020; FOURNIER *et al.*, 2010) e um estudo avaliou a marcha (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005).

4.4 TAREFAS AVALIADAS

controle postural em condição dinâmica foi avaliado utilizando tarefas propostas em um ambiente virtual (MILLER *et al.*, 2019; MILLER *et al.*, 2023), testes de limite de estabilidade (WANG *et al.*, 2016; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023), um teste de oscilação circular (BOJANEK *et al.*, 2020; PERIN *et al.*, 2020), tarefas envolvendo membros superiores (FUNAHASHI *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2019), além do início da marcha (FOURNIER *et al.*, 2010; BOJANEK *et al.*, 2020) e da marcha (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005).

4.5 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

4.5.1 Desfechos Primários

A maioria dos estudos investigou o controle postural avaliando a oscilação do corpo utilizando dados do CoP para identificar variáveis espaço-temporais (amplitude ântero-posterior e mediolateral, trajetória de oscilação, aceleração, área e velocidade da oscilação do CoP) (FOURNIER *et al.*, 2010; FUNAHASHI *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2019; MILLER *et al.*, 2019; BOJANEK *et al.*, 2020; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023). O alinhamento entre os segmentos do corpo em três

estudos foi realizado utilizando procedimentos cinemáticos (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005; CHEN *et al.*, 2019; MILLER *et al.*, 2023). Esses estudos investigaram a amplitude de movimento do tronco e da pelve, deslocamento angular para as articulações do ombro, cotovelo e punho, e variação angular da cabeça, tronco e pelve. Miller e colegas (2023) empregaram análise cinemática, enquanto outras análises associaram dados cinemáticos e estabilometria via plataforma de forças. Ferreiro-Pérez *et al.* (2024) também utilizaram procedimentos cinemáticos para analisar deslocamentos no plano sagital. Além disso, outras medidas clínicas, como a Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS) (FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024) e o Teste de Proficiência Motora de Bruininks-Oseretsky versão curta (BOT-2) (FISHER *et al.*, 2018; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024) foram aplicadas para avaliar o controle postural em condição dinâmica.

4.5.2 Desfechos Secundários

Os desfechos secundários incluíram medidas de QI (FOURNIER *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2016; FISCHER *et al.*, 2018; BOJANEK *et al.*, 2020), nível de suporte para o TEA (WANG *et al.*, 2016), componentes do sistema visual, como acuidade visual, sensibilidade ao contraste de bordas e percepção de profundidade (PERIN *et al.*, 2020), força dos membros inferiores (PERIN *et al.*, 2020), IMC (FOURNIER *et al.*, 2010; BOJANEK *et al.*, 2020) e funções de comunicação e interação social (WANG *et al.*, 2016; BOJANEK *et al.*, 2020). Nem todos os desfechos secundários estavam associados ao controle postural em condição dinâmica.

A investigação da associação entre variáveis do controle postural e o QI foram realizadas em dois estudos. Wang e colaboradores não encontraram associações significativas entre o nível cognitivo e o controle postural em condição dinâmica (WANG *et al.*, 2016). Por outro lado, Fischer e colegas relataram que, quanto maior o QI dos participantes, melhor foi seu desempenho motor em desafios posturais durante as atividades da vida diária (FISHER *et al.*, 2018).

A investigação da associação entre controle postural e idade ocorreu em cinco estudos (WANG *et al.*, 2016; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023; MILLER *et al.*, 2023; MARTIN-DÍAZ *et al.*, 2024). Três estudos relataram que o tempo para completar as tarefas propostas diminui à medida que a idade aumenta (FEARS *et al.*, 2023; MILLER *et al.*, 2023; MARTIN-DÍAZ *et al.*, 2024). O aumento da idade também foi

acompanhado por um melhor desempenho na Escala de Equilíbrio Pediátrica (PBS) e no teste de proficiência motora Bruininks-Oseretsky versão curta (BOT-2) (MARTIN-DÍAZ *et al.*, 2024), além de maior eficiência no Teste Clínico para Integração Sensorial em Equilíbrio (FEARS *et al.*, 2023). As crianças e adolescentes com TEA apresentaram consistentemente desempenho reduzido em comparação com seus pares típicos, independentemente da idade. Perin e colegas afirmam que as melhorias de desempenho em testes posturais não são prováveis de ocorrer com o aumento da idade para crianças e adolescentes com TEA (PERIN *et al.*, 2020). Wang *et al.* (2016) relataram que o aumento da idade para ambos os grupos reduz a média de desvio padrão do CoP em condições dinâmicas, bem como a desvio padrão mediolateral do CoP em condições estáticas para crianças com desenvolvimento típico.

A percepção sensorial de crianças e adolescentes com TEA foi investigada em três estudos (PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023; FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024). Embora Perin e colegas tenham avaliado a acuidade visual, a sensibilidade ao contraste de bordas e a percepção de profundidade, não houve associação com o controle postural em condição dinâmica (PERIN *et al.*, 2020). Outros estudos investigaram o papel dos *inputs* sensoriais no controle postural, mas apenas em tarefas estáticas, e indicaram que crianças e adolescentes com TEA apresentam uma maior dependência de *inputs* somatossensoriais em comparação com informações visuais e vestibulares (FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024). Além disso, crianças e adolescentes com TEA apresentaram maior variabilidade de movimento em condições com restrição ou manipulação visual (FEARS *et al.*, 2023).

4.5.3 Avaliação de Qualidade

A Tabela 3 descreve os detalhes das pontuações com base na avaliação da qualidade metodológica. Quase dois terços dos estudos (~61%) foram classificados como tendo boa qualidade metodológica, enquanto 39% foram classificados como tendo qualidade metodológica justa. As principais razões para as pontuações mais baixas foram a falta de informações sobre a apresentação, o desenho experimental, a amostragem e a taxa de desistência dos participantes. A ausência dessas informações pode comprometer a relevância clínica dos resultados. Todos os estudos forneceram informações sobre as características da amostra, critérios de

inclusão e exclusão, consentimento formal e aprovação do comitê de ética, variáveis analisadas e testes estatísticos realizados.

Tabela 4.3 - Avaliação da qualidade dos artigos revisados

Autores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total	Qualidade
Ferreiro-Pérez et al. 2024	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	13	Bom
Martin-Diaz et al. 2024	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	13	Bom
Fears et al. 2023	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	12	Bom
Miller et al. 2023	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Bom
Perin et al. 2020	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	11	Regular
Bojanek et al. 2020	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12	Bom
Chen et al. 2019	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	Bom
Miller et al. 2019	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	08	Regular
Fischer et al. 2018	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	10	Regular
Wang et al. 2016	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12	Bom
Funahashi et al. 2014	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	11	Regular
Fournier et al. 2010	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	Bom

5 DISCUSSÃO

Estudos que avaliaram o controle postural dinâmico em crianças e adolescentes com TEA foram analisados para caracterizar suas respostas posturais durante a execução de tarefas envolvendo a movimentação ativa do centro de massa. As demandas motoras associadas às atividades diárias exigem movimentos ativos do corpo, que representam um desafio importante para o equilíbrio postural em comparação com o observado em condições estáticas (WANG *et al.*, 2016). Durante atividades funcionais, o centro de massa é deslocado ativamente, e ajustes posturais constantes são necessários para manter o CoP dentro dos limites da base de suporte, a fim de garantir a estabilidade postural (BLANCHET *et al.*, 2019). Essas características tornam as avaliações de controle postural dinâmico mais funcionais e clinicamente relevantes do que em condições estáticas, pois tendem a replicar mais proximamente os cenários da vida real (BLANCHET *et al.*, 2019). No entanto, apesar de sua ampla relevância funcional, foi encontrado um número reduzido de estudos abordando esse tema.

Todos os estudos da presente revisão tinham desenho transversal, o que não permite uma caracterização abrangente do desenvolvimento do controle postural dinâmico de crianças com TEA ao longo dos anos. Estabelecer efeitos da idade também é difícil, uma vez que a maioria dos estudos utilizou faixas etárias comparáveis (10,9 vs. 10,6 anos TEA e o desenvolvimento típico, respectivamente). Em adição, os pequenos tamanhos amostrais dos grupos com TEA refletem, dificuldades de recrutamento. Pode-se especular a falta de diagnósticos formais de TEA e os desafios relacionados à avaliação do controle postural em crianças com tais questões sociais e comportamentais. Além disso, a falta de estudos que avaliem o controle postural em crianças com níveis de suporte mais elevados e a necessidade de desenvolver mais protocolos que possibilitem a avaliação do controle postural nesse grupo, especificamente.

Os resultados indicaram que crianças com TEA apresentam déficits no controle postural em condição dinâmica, estabilidade postural reduzida e uma maior vulnerabilidade de seu sistema de controle postural às mudanças no alinhamento corporal (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005; MILLER *et al.*, 2023). Os déficits no adequado alinhamento entre os segmentos corporais e no equilíbrio foram mais pronunciados durante condições dinâmicas em comparação às estáticas (FOURNIER

et al., 2010; WANG *et al.*, 2016; BOJANEK *et al.*, 2020). Tais resultados sugerem que as maiores demandas posturais impostas pelas atividades cotidianas (nas quais os participantes devem deslocar ativamente seu CoP) em comparação com a permanência estática, envolvem déficits de estabilidade mais severos no TEA quando comparados às posturas em condições estáticas, que são mais frequentemente estudadas (LIM *et al.*, 2017).

Quando expostas a uma tarefa em que deveriam mover um objeto controlado pelo usuário para uma área-alvo estática chamada zona de segurança, por meio de movimentos médio-laterais de um marcador colocado na C7, crianças com TEA empregaram estratégias de movimentação do corpo em bloco (congelando seus graus de liberdade), em vez de isolar os movimentos do tronco (MILLER *et al.*, 2023). Essa abordagem é entendida como uma solução para lidar com o elevado número de componentes que precisam ser controlados durante a execução de uma tarefa motora (BERNSTEIN, 1967). Estudos indicam que populações neuro diversas podem recorrer a estratégias de congelamento dos graus de liberdade ao enfrentar tarefas desconhecidas ou desafiadoras (RUDISCH, 2018). Os participantes com TEA demonstram preferência em executar passos laterais durante a performance da tarefa ao invés de realizar inclinações de seus corpos, o que permite inferir que, para esses participantes, seja mais fácil controlar o equilíbrio ao mover ativamente seu centro de massa. As demandas da tarefa também influenciaram seu controle postural, uma vez que mostraram menor suavidade de movimentação do tronco durante as tarefas envolvendo alvos distantes em comparação a alvos mais próximos. A suavidade do movimento é um índice de desempenho motor (ROHRER *et al.*, 2002), que se apresentou diminuído no grupo com TEA (MILLER *et al.*, 2023).

O teste de limite de estabilidade (*limit of stability* - LoS) foi utilizado para avaliar o controle postural em condição dinâmica (WANG *et al.*, 2016; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023). Participantes com TEA apresentaram desempenho inferior em testes de amplitude máxima de equilíbrio em comparação com seus pares típicos (PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023), além de gastar 25% mais tempo para completar as tarefas (FEARS *et al.*, 2023). Esses resultados revelam suas dificuldades em controlar o centro de massa dentro dos limites de estabilidade. De fato, Wang *et al.* (2016) relataram uma percepção espacial reduzida das fronteiras das limitações posturais em direção aos alvos para participantes com TEA e um aumento no tempo necessário para corrigir as variações das oscilações posturais em condições

dinâmicas. Considerando a relevância funcional dos testes dinâmicos, é importante estudar mais a fundo os principais preditores do desempenho no equilíbrio em condições dinâmicas, orientando assim os profissionais clínicos a melhorarem o controle postural. O LoS parece ser uma abordagem interessante para avaliar o controle postural em condição dinâmica no TEA.

Crianças e adolescentes com TEA mostraram uma redução na oscilação médio lateral durante a iniciação do passo da marcha (BOJANEK *et al.*, 2020; FOURNIER *et al.*, 2010). A redução da oscilação médio lateral pode estar associada à adoção de estratégias de congelamento de graus de liberdade (RUDISCH, 2018). Congelar os graus de liberdade pode ser uma estratégia compensatória plausível para sua menor estabilidade postural (BOJANEK *et al.*, 2020). Estratégias compensatórias semelhantes foram relatadas em idosos, pacientes com doença de Parkinson (DONKER *et al.*, 2007; ROERDINK *et al.*, 2011) e em pessoas com paralisia cerebral (LIMA *et al.*, 2020), o que indica maiores dificuldades de controle postural em função de déficits neurológicos.

A adoção de estratégias compensatórias por crianças e adolescentes com TEA para sustentar o equilíbrio durante condições dinâmicas foi proposta em cinco estudos (FUNAHASHI *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2019; BOJANEK *et al.*, 2020; MILLER *et al.*, 2023). Nas avaliações do controle em condição dinâmica que envolveram tarefas de oscilação circular, além de apresentarem maiores valores de trajetória do CoP, elas apresentaram menores valores de dependência compartilhada entre a oscilação do CoP na direção anteroposterior e médio lateral (informação mútua), sugerindo uma capacidade reduzida de coordenar efetivamente os movimentos articulares (BOJANEK *et al.*, 2020). A redução da oscilação lateral ao dar passos pode ser interpretada como rigidez motora (ou seja, aumento da rigidez) que deve interferir no desempenho do equilíbrio e da marcha (BERNSTEIN, 1967). Miller *et al.* (2023) relataram que estes participantes apresentam uma maior amplitude de movimento na região da pelve ao mover um objeto controlado pelo usuário para uma área-alvo estática, adotando uma estratégia de passos com mais frequência para manter a estabilidade do equilíbrio. Sugere-se que confiam mais no movimento de todo o corpo do que na realização de movimentos segmentados do tronco para alcançar os objetivos da tarefa. Essa estratégia de passos indica uma tentativa de prevenir uma iminente perda de equilíbrio ou uma tentativa de compensar e se recuperar de uma perda de equilíbrio (MILLER *et al.*, 2023).

Chen e colaboradores (2019) consideram o tempo de iniciação mais precoce dos movimentos dos braços e a antecipação mais precoce dos ajustes do CoP observados nos participantes com TEA como mecanismos compensatórios para lidar com seus ajustes posturais antecipatórios mais deficientes. Funahashi *et al.* (2014) identificaram que o desempenho preservado no Teste Simples para Avaliação da Função Manual (STEF) poderia ser um mecanismo compensatório para facilitar a performance, em vez de um movimento funcionalmente anormal que prejudicasse o desempenho.

Embora diversos mecanismos compensatórios de controle postural estejam presentes para manter o equilíbrio durante tarefas dinâmicas nas crianças e adolescentes com TEA (FUNAHASHI *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2019; BOJANEK *et al.*, 2020; MILLER *et al.*, 2023), nem mesmo essas estratégias resultam em comportamento adaptativo, especialmente quando as demandas da tarefa aumentam, dado os menores desempenhos observados nesta população. Desempenhos inferiores foram reportados para o teste de limite de estabilidade (LoS) (FEARS *et al.*, 2023), na marcha (VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005), além de maiores tempos para completar o teste *Timed Up and Go* (FEARS *et al.*, 2023; MARTÍN-DÍAZ *et al.*, 2024). Entretanto, por não avaliarem o nível de atividade física dos participantes, não se pode definir se essa performance menor se deve à condição do TEA, ou a um menor nível de atividade física observado nessa população. Mais estudos são necessários para tal. Além disso, as restrições do controle postural observadas em crianças e adolescentes com TEA foram exacerbadas em situações mais desafiadoras (WANG *et al.*, 2016), impactando negativamente o equilíbrio.

Desfechos secundários, envolvendo força dos membros inferiores, acuidade visual, sensibilidade ao contraste de bordas, percepção de profundidade e propriocepção, foram identificados (FISHER *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2019; PERIN *et al.*, 2020). No entanto, apesar de avaliados, nem sempre tais desfechos foram associados a medidas de controle postural. Chen *et al.* (2019) utilizaram como desfecho secundário o uso de informações visuais na modulação do controle postural, reportando que o grupo com TEA utilizou significativamente menos informações visuais para planejar movimentos e pegar a bola (uma das tarefas utilizadas para a avaliação do controle postural) em comparação a seus pares de desenvolvimento típico. Tais achados podem relacionar-se aos déficits de processamento sensorial

(SUAREZ, 2012), e à dificuldade de integrar *inputs* visuais para modular o controle postural (LI *et al.*, 2019)

A investigação do papel das entradas sensoriais no controle postural em crianças e adolescentes com TEA indicou uma maior dependência das entradas somatossensoriais em comparação com outras fontes (visual e vestibular) durante condições estáticas (FEARS *et al.*, 2023; FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024). A manipulação sensorial durante a avaliação do controle postural em condições dinâmicas foi empregada por Martin-Diaz *et al.* (2024), Perin *et al.* (2020) e Fisher *et al.* (2018). No entanto, isso ocorreu como parte dos protocolos de avaliação exigidos pelos instrumentos utilizados (BOT-2 e Avaliação do Perfil Fisiológico). Os estudos não compararam o controle postural em condição dinâmica de crianças e adolescentes em diferentes condições sensoriais, relatando os efeitos das condições sobre as variáveis de controle postural. Apenas Perin *et al.* (2020) relataram que três participantes apresentaram um desempenho postural inferior com os olhos fechados e sobre espuma. O papel das entradas sensoriais em condições dinâmicas para modular o controle postural no TEA tem sido pouco estudado. Considerando a importância da informação sensorial na regulação do controle postural e os múltiplos desafios sensoriais presentes na rotina diária, estudos futuros devem avaliar o efeito destas manipulações sobre o controle postural em condições dinâmicas na população com TEA.

A idade (WANG *et al.*, 2016; FISHER *et al.*, 2018; PERIN *et al.*, 2020; FEARS *et al.*, 2023; MILLER *et al.*, 2023; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024), a cognição e o nível de suporte dos participantes (WANG *et al.*, 2016; FISHER *et al.*, 2018; BOJANEK *et al.*, 2020) foram analisados como co-variáveis. Perin *et al.* (2020) utilizaram a Avaliação do Perfil Fisiológico juntamente ao teste de limite de estabilidade. Os autores não encontraram diferenças nos escores do instrumento entre os grupos de maior idade. Ao testar tarefas estáticas em crianças com TEA, Wang *et al.* (2016) encontraram resultados semelhantes, sem efeitos da idade sobre o controle postural. Por outro lado, em condições dinâmicas, crianças mais velhas apresentaram uma redução no desvio padrão do CoP (WANG *et al.*, 2016) e maiores pontuações no PBS e SF BOT-2 (MARTIN-DÍAZ *et al.*, 2024), refletindo melhorias no controle postural. Além disso, crianças e adolescentes mais velhos têm sido associadas a uma maior eficiência de movimento no teste de LoS e a menores tempos de conclusão (FEARS *et al.*, 2023).

Os efeitos da idade no controle postural foram significativamente superiores durante condições dinâmicas (WANG *et al.*, 2016). Os autores relataram diferenças relacionadas à idade na oscilação do corpo para condições dinâmicas, como no teste de LoS, e a ausência dessas diferenças em condições estáticas. Miller *et al.* (2023), ao avaliar o controle postural dinâmico usando uma tarefa que exige mover um objeto controlado pelo usuário para uma área-alvo estática, relataram que, independentemente da condição de saúde, crianças mais novas apresentaram durações de teste mais longas e uma maior amplitude de movimento na pelve do que as mais velhas. Embora estes estudos (WANG *et al.*, 2016; MILLER *et al.* 2023) não tenham avaliado os aspectos sensoriais sobre o controle postural de seus participantes, seus resultados corroboram com o que foi demonstrado nos resultados de Polastri e Barela (2013) de que crianças entre quatro e oito anos de idade não mostraram respostas de controle postural totalmente desenvolvidas às mudanças de estímulo sensorial, ao contrário do que foi observado em crianças mais velhas a partir de doze anos de idade e adultos.

Fisher *et al.* (2018) descobriram que, em crianças com QI abaixo da média, um equilíbrio pior estava associado a um desempenho inferior nas habilidades de vida diária. Eles não encontraram essa associação em jovens com QI acima da média. Esses resultados sugerem que a cognição pode ser um fator importante a considerar ao examinar o impacto das habilidades motoras, como o controle postural dinâmico, nas habilidades de vida diária (AVD). Além disso, indivíduos com QI mais alto podem ter desenvolvido estratégias ou rotinas para compensar os desafios de equilíbrio durante AVD. Wang *et al.* (2016) não encontraram associações entre a oscilação postural e o QI. Por outro lado, relataram que níveis de suporte mais elevados estavam associados a uma maior oscilação do CoP no eixo anterior-posterior durante condições estáticas. De maneira semelhante, comportamentos restritos e repetitivos mais severos em crianças e adolescentes com TEA estavam associados a uma maior variabilidade no CoP mediolateral e a uma diminuição da oscilação lateral ao dar passos (BOJANEK *et al.*, 2020). Os estudos que abordam essa questão na literatura são poucos e preliminares. Seus resultados ainda são bastante inconsistentes, representando uma área-chave para futuras pesquisas (FISHER *et al.*, 2018).

Há poucas evidências sobre os efeitos da idade e da cognição no controle postural em condições dinâmicas de crianças e adolescentes com TEA. Investigações adicionais sobre a associação entre idade/nível cognitivo e controle postural em

condições dinâmicas podem esclarecer se as intervenções terapêuticas para crianças e adolescentes com TEA devem ou não ser baseadas nos perfis cognitivos e motores das crianças e adolescentes.

Quatro estudos avaliaram o controle postural em condições dinâmicas utilizando ferramentas clínicas (FISHER *et al.*, 2018; PERIN *et al.*, 2020; FERREIRO-PÉREZ *et al.*, 2024; MARTIN-DIAZ *et al.*, 2024). O uso de medidas clínicas padronizadas e validadas proporciona uma ampla compreensão do funcionamento, por meio da simulação de atividades semelhantes às realizadas no dia a dia. Utilizadas isoladamente, essas ferramentas não informam muito sobre a estabilidade postural, pois não avaliam nenhum sistema fisiológico envolvido na regulação postural (BRUGNARO *et al.*, 2022). Associadas à análise do movimento, podem proporcionar uma melhor compreensão dos padrões de controle motor envolvidos no controle postural em condição dinâmica de crianças e adolescentes com TEA, ajudando os profissionais de reabilitação a desenvolver estratégias para aumentar a funcionalidade das crianças e adolescentes com TEA.

A avaliação da qualidade é importante para garantir a consistência dos resultados e a tradução para a prática clínica. Metade dos estudos foi classificada como apresentando boa qualidade metodológica. No entanto, é importante destacar a necessidade de mais estudos que descrevam melhor sua apresentação, desenho experimental, amostragem e taxa de desistência dos participantes. A ausência dessas informações pode comprometer a relevância clínica dos resultados, reduzindo sua confiabilidade.

Existem limitações nesta revisão sistemática, notavelmente: (1) a inclusão de ensaios redigidos apenas em inglês; (2) estudos com tamanhos amostrais pequenos; (3) a inclusão de estudos com alto risco de viés na avaliação de qualidade. Essas limitações comprometeram a qualidade da revisão sistemática e a formulação de conclusões convincentes. Algumas forças desta revisão incluíram o registro prospectivo e os processos de dados em duplicata.

6 CONCLUSÃO

Crianças e adolescentes com TEA apresentam controle postural dinâmico prejudicado, com redução da estabilidade postural, maior vulnerabilidade a mudanças no alinhamento corporal e mecanismos compensatórios para manter. Poucos estudos avaliaram o controle postural em condições dinâmicas, especialmente sob manipulação de informações sensoriais. Além disso, o impacto de outros aspectos, como idade, cognição e nível de suporte em TEA, sobre o controle postural em condições dinâmicas requer mais investigações.

REFERÊNCIAS

American Psychiatry Association (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais-DSM-5**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

BHAT, A. N.; LANDA, R. J.; GALLOWAY, J. C. Current perspectives on motor functioning in infants, children, and adults with autism spectrum disorders. **Physical Therapy & Rehabilitation Journal**, v. 91, n. 7, p. 1116-29, 2011. DOI: 10.2522/ptj.20100294

BLANCHET, M.; PRINCE, F.; MESSIER, J. Development of postural stability limits: Anteroposterior and mediolateral postural adjustment mechanisms do not follow the same maturation process. **Human Movement Science**, v. 63, p. 164–171, 2019.

BERNSTEIN, N. **The Coordination and Regulation of Movements**. Londres: Pergamon, 1967.

BOJANEK, E. K.; WANG, Z.; WHITE, S. P.; MOSCONI, M. W. Postural control processes during standing and step initiation in autism spectrum disorder. **Journal of neurodevelopmental disorders**, v. 12, n. 1, p. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s11689-019-9305-x>

BRUGNARO, B. H. *et al.* Postural control in Down syndrome and relationships with the dimensions of the International Classification of Functioning, Disability and Health – a systematic review. **Disability and Rehabilitation**, v. 44, n. 11, p. 2207-2222, 2022.

CHEN, L. C. *et al.* Postural Control and Interceptive Skills in Children With Autism Spectrum Disorder. **Physical therapy**, v. 99, n. 9, p. 1231-1241, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz084>

DONKER, S. F.; ROERDINK, M.; GREVEN, A. J.; BEEK, P. J. Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. **Experimental Brain Research**, v. 181, p. 1-11, 2007.

FEARS, N. E. *et al.* Community-based postural control assessment in autistic individuals indicates a similar, but delayed, trajectory compared to neurotypical individuals. **Autism Research**, v. 16, n. 3, p. 543-557, 2023. DOI: 10.1002/aur.2889

FERREIRO-PÉREZ, M. *et al.* Postural Control and Sensory Processing in Preschool Children with Autistic Spectrum Disorder: A Cross-Sectional Study. **Children**, v. 11, n. 303, 2024. DOI: 10.3390/children11030303.

FISHER, A. *et al.* Brief Report: Postural Balance and Daily Living Skills in Children and Adolescents with Autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 48, p. 3210-3215, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3558-1>

FOURNIER, K. A. *et al.* Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. **Gait & Posture**, v. 32, p. 6-9, 2010. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.02.007

FUNAHASHI Y.; KARASHIMA, C.; HOSHIYAMA, M. Compensatory postural sway while seated posture during tasks in children with autism spectrum disorder. **Occupational therapy international**, v. 21, n. 4, p. 166-175, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/oti.1375>

GUEDES, T. A. L. Contexto histórico, epidemiologia e causas relacionadas aos Transtornos do Espectro do Autismo. In: UNIVERSIDADE ABERTA DO SUS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. Atenção à Pessoa com Deficiência I: Transtornos do espectro do autismo, síndrome de Down, pessoa idosa com deficiência, pessoa amputada e órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção. **Atenção à Reabilitação da Pessoa com Transtornos do Espectro do Autismo**. São Luís: UNA-SUS; UFMA, 2021.

HERNANDES, E.; ZAMBONI, A.; FABBRI, S. Using GQM and TAM to evaluate StArt - a tool that supports Systematic Review. **CLEI Eletronic Journal**, Montevideo, v. 15, n. 1, p. 3, 2012.

LIM, Y. H. *et al.* Standing Postural Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder: Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 47, n. 7, p. 2238-2253, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3144-y>

LIMA, C. R. G. *et al.* Impact of dual task on postural sway during sit-to-stand movement in children with unilateral cerebral palsy. **Clinical Biomechanics**, v. 78, n. 105072, 2020.

MARTÍN-DÍAZ, P. *et al.* Balance and motor skills differences between children and teenagers with autism spectrum disorder and neurotypically developing. **Autism Research**, p. 1-11, 2024. DOI: 10.1002/aur.3181

MILLER, H. L. *et al.* Movement smoothness during dynamic postural control to a static target differs between autistic and neurotypical children. **Gait & posture**, v. 99, p. 76-82, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.10.015>

MILLER, H. L. *et al.* Children with Autism Spectrum Disorder, Developmental Coordination Disorder, and typical development differ in characteristics of dynamic postural control: A preliminary study. **Gait & posture**, v. 67, p. 9-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.038>

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. **International Journal Of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010.

MORGAN, R. L. *et al.* Identifying the PECO: A framework for formulating good questions to explore the association of environmental and other exposures with health outcomes. **Environment International**, v. 121, n. 1, p. 1027-1031, 2018. DOI: 10.1016/j.envint.2018.07.015

OLIVEIRA, K. S. C. *et al.* Motor skills are associated with participation of children with autism spectrum disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 53, n. 4, p. 1403-1412, 2021. DOI: 10.1007/s10803-021-05318-9

PERIN C. *et al.* Physiological Profile Assessment of Posture in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Peers. **Brain sciences**, v. 10, n. 10, p. 681, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci10100681>

POLASTRI, P.; BARELA, J. Adaptive Visual Re-Weighting in Children's Postural Control. **PLOS One**, v. 8, n. 12, p. 1-10, 2013. DOI: doi.org/10.1371/journal.pone.0082215

POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. **Jornal de Pediatria**, v. 94, n. 4, p. 342-350, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2017.08.008>

ROHRER, B. *et al.* Movement smoothness changes during stroke recovery, **J. Neurosci.**, n. 22, v. 18, p. 8297-8304, 2002.

ROERDINK, M.; HLAVACKOVA, P.; VUILLERME, N. Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: A comparison between sitting and standing postures. **Human Movement Science**, v. 30, p. 203-212, 2011.

STINS, J. F.; EMCK, C. Balance Performance in Autism: a brief overview. **Frontiers In Psychology**, v. 9, n. 901, p. 1-6. DOI: [10.3389/fpsyg.2018.00901](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00901)

SUAREZ, M. A. Sensory processing in children with autism spectrum disorders and impact on functioning. **Pediatric Clinics of North America**, v. 59, n. 1, p. 203-214, fev. 2012.

VERNAZZA-MARTIN, S. *et al.* Goal directed locomotion and balance control in autistic children. **Journal of autism and developmental disorders**, v. 35, n. 1, p. 91-102, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-004-1037-3>

WANG, Z. *et al.* Postural orientation and equilibrium processes associated with increased postural sway in autism spectrum disorder (ASD). **Journal of Neurodevelopmental Disorders**, v. 8, n. 1, p. 43, 2016.

WIGGINS, L. D. *et al.* Brief Report: Sensory abnormalities as distinguishing symptoms of Autism Spectrum Disorders in young children. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 39, n. 7, p. 1087-1091, 2009.

ESTUDO 2

IMPACTO DA MANIPULAÇÃO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL NO LIMITE DE ESTABILIDADE DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

CURITIBA

2024

RESUMO

Contextualização: As informações sensoriais confluentes dos sistemas somatossensorial, vestibular e visual para a orientação do corpo no espaço são fundamentais para a estabilidade em ortostatismo e nas diversas tarefas dinâmicas da rotina diária e podem ser utilizadas para ampliar a área de estabilidade dos indivíduos. No Transtorno do Espectro Autista (TEA) a presença de déficits sensoriais é bem estabelecida. Os transtornos na discriminação sensorial e transtornos motores de base sensorial possuem significativa influência no comportamento motor e vida diária daqueles com TEA, posto que um de seus reflexos é o déficit no controle postural. Na literatura pesquisada encontrou-se estudos que avaliaram a influência sensorial no controle postural durante condições estáticas em crianças com TEA e outros estudos que avaliaram condições dinâmicas, porém desassociadas da manipulação sensorial. **Objetivos:** Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da manipulação visual, somatossensorial e manipulação sensorial múltipla (visual e somatossensorial em conjunto) sobre o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos. **Métodos:** Foi aplicado o teste de limite de estabilidade em 59 crianças e adolescentes entre sete e 17 anos de idade com TEA e seus pares de desenvolvimento típico, em quatro condições: olhos abertos em superfície rígida (OASR); olhos fechados em superfície rígida (OFSR); olhos abertos em superfície maleável (OASM); olhos fechados em superfície maleável (OFSM). Utilizou-se o equipamento *Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software* a 100 Hz para captar as medidas: deslocamento máximo anterior (cm), deslocamento máximo posterior (cm), deslocamento máximo para direita (cm), deslocamento máximo para a esquerda (cm), velocidade média no eixo anteroposterior (cm/s), velocidade média no eixo mediolateral (cm/s). **Resultados:** Os grupos apresentaram diferenças apenas para as variáveis velocidade média AP e ML, o grupo com TEA apresentou maiores valores de velocidade independente da condição manipulada. Foram observadas diferenças significativas no comportamento do CoP na condição OASM em relação a todas as outras condições avaliadas no estudo. Na condição OASR os participantes apresentaram maiores deslocamentos comparados à condição OFSR. Na condição OFSM encontrou-se maiores velocidades AP e ML do que em OASM e OFSR. **Conclusão:** Crianças e adolescentes com TEA apresentam menor estabilidade postural em condição dinâmica que seus pares de desenvolvimento típico, expressa por maiores velocidades de deslocamento do CoP durante os testes de limite de estabilidade, independentemente da condição sensorial manipulada.

Palavras-chave: Controle postural. Limite de estabilidade. Processamento sensorial. Transtorno do espectro autista. Crianças e adolescentes.

7 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é definido no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) como um grupo de transtornos complexos do neurodesenvolvimento, com características que incluem déficits na comunicação social, comportamentos repetitivos e restritos, além de transtornos motores (APA, 2014). Atualmente, o TEA é compreendido como uma condição heterogênea, com variadas etiologias, subtipos distintos e diferentes percursos de desenvolvimento (MASI *et al.*, 2016).

Embora as deficiências percepto-motoras não sejam determinantes para o diagnóstico de TEA, elas são frequentemente observadas em crianças e adolescentes dentro do espectro (DOWNEY; RAPPORT, 2012; LE MENN-TRIPI *et al.*, 2019). Em um estudo comparativo entre crianças com desenvolvimento típico e crianças com TEA, Kaur *et al.* (2018) identificaram que, além dos déficits associados ao diagnóstico, entre 50% e 85% das crianças com TEA apresentam dificuldades em aspectos do desempenho perceptivo-motor.

Dentre os distúrbios motores relatados na população com TEA, destacam-se os déficits no controle postural (STINS; EMCK, 2021; LIM *et al.*, 2017). O controle postural é fundamental tanto para o desenvolvimento e controle do movimento (BLANCHET *et al.*, 2019), quanto para a funcionalidade em atividades cotidianas (FISHER *et al.*, 2018; PAVÃO *et al.*, 2015). A regulação do controle postural requer a integração dos sistemas sensoriais (vestibular, visual e somatossensorial) e motor (IVANENKO; GURFINKEL, 2018) por meio do sistema nervoso central, que coordena o processamento das informações sensoriais e desencadeia a ativação de respostas motoras, adaptativas ou não (PETERKA *et al.*, 2018; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

O sucesso adaptativo nas tarefas diárias exige a integridade do sistema de controle postural, com alinhamento entre os segmentos corporais e manutenção do centro de pressão (CoP) dentro dos limites de sua base de suporte, delimitada pelas áreas de contato do corpo com as superfícies de apoio (BLANCHET *et al.*, 2019). Além da estabilidade postural, o sucesso adaptativo das diferentes tarefas posturais requer um processamento adequado das informações aferentes que chegam ao sistema nervoso central (HORAK, 2006). Estas informações sensoriais podem ser utilizadas para ampliar a área de estabilidade, permitindo ajustes posturais que mantenham o

equilíbrio postural (BLANCHET *et al.*, 2019). A falha em qualquer um desses subsistemas pode comprometer o controle postural do indivíduo (HORAK, 2006), afetando a estabilidade tanto em condições estáticas quanto em condições dinâmicas, durante a execução das tarefas diárias.

Distúrbios no processamento de informações sensoriais são amplamente observados em crianças com TEA (POSAR; VISCONTI, 2018) e exercem significativa influência em seu comportamento motor e na vida diária, dada a relevância da informação sensorial para emergência e aprimoramento da ação motora (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; GIBSON; PICK, 2000). Evidências de alterações sensoriais em indivíduos com TEA (CORDEIRO *et al.*, 2020; GREEN *et al.*, 2016; LE MENN-TRIPI *et al.*, 2019; LORD *et al.*, 2018; POSAR; VISCONTI, 2018), especialmente durante a infância e adolescência (CENCI, 2022), e de déficits motores, como falta de coordenação e marcha atípica (APA, 2014), têm motivado diversos pesquisadores a avaliar a oscilação postural em pé e sua relação com as informações sensoriais nesses indivíduos (CORDEIRO *et al.*, 2020).

Ao investigar os efeitos da manipulação visual e somatossensorial sobre o controle postural em crianças com TEA, estudos indicam que essa população apresenta maior instabilidade em comparação a seus pares com desenvolvimento típico, exibindo menores índices de estabilidade (KOHEN-RAZ *et al.*, 1992). Além disso, foi observada uma maior dependência das informações visuais para a manutenção da postura em pé nessas crianças, evidenciada por uma área de oscilação significativamente maior quando a visão foi ocluída (MOLLOY *et al.*, 2003).

Em revisão sistemática sobre o controle postural em condição estática em participantes com TEA, Lim *et al.* (2017) reportam as maiores oscilações posturais desta população em relação a seus pares típicos em todas as condições sensoriais avaliadas nos estudos. Os autores concluíram que problemas no desenvolvimento dos sistemas sensoriais podem preceder os déficits de controle postural no TEA. No entanto, para além de afetar a estabilidade em condição estática, os distúrbios no processamento da informação sensorial (KOHEN-RAZ *et al.*, 1992; SOUZA; NUNES, 2019; SUAREZ, 2012) podem afetar também o controle postural em condições dinâmicas, reduzindo o limite de estabilidade desses indivíduos, definido como o máximo deslocamento do CoP dentro da base de suporte antes que ocorra a necessidade de dar um passo ou corra o risco de cair (BLANCHET *et al.*, 2019).

As tarefas dinâmicas são mais desafiadoras para a estabilidade postural (FISHER *et al.*, 2018). Além disso, a maioria das ações motoras e atividades funcionais realizadas na rotina diária envolve a movimentação ativa do corpo no espaço (PAVÃO *et al.*, 2014), exigindo, portanto, estratégias de controle postural em condições dinâmicas. Na revisão de literatura previamente descrita nesta dissertação, foram encontrados poucos estudos que avaliaram o controle postural em crianças com TEA por meio de tarefas dinâmicas. Esta carência torna-se ainda mais relevante, quando comparada ao vasto número de estudos encontrados que avaliam o controle postural em condições estáticas.

Dentre as tarefas utilizadas para avaliar o controle postural em condição dinâmica em crianças e adolescentes com TEA incluem-se testes de oscilação circular (BOJANEK *et al.*, 2020), movimento de iniciação da marcha (FOURNIER *et al.*, 2010), teste de limite de estabilidade (WANG *et al.*, 2016), entre outros (FISHER *et al.*, 2018; FUNAHASHI *et al.*, 2014; MILLER *et al.*, 2019; SALVADOR-GARCIA *et al.*, 2022; VERNAZZA-MARTIN *et al.*, 2005). Porém, os resultados dos estudos existentes ainda são conflitantes (FOURNIER *et al.*, 2010). Durante a tarefa de perseguição visual de um alvo com diferentes velocidades, o grupo com TEA demonstrou movimentos mais fluídos e lentos quando comparados com crianças de desenvolvimento típico (MILLER *et al.*, 2019), enquanto ao mover um objeto para uma área-alvo estática, o grupo com TEA demonstrou menor suavidade de movimento, apresentando maiores valores de Jerk (MILLER *et al.*, 2023). Além disso, nenhum dos estudos que tenham avaliado o controle postural em condição dinâmica, avaliou o efeito da manipulação de informações sensoriais sobre o comportamento do CoP.

A recepção de informações visuais, somatossensoriais e vestibulares é crucial para a emergência de respostas motoras adequadas ao controle postural (CARVALHO; ALMEIDA, 2009; IVANENKO; GURFINKEL, 2018; MOCHIZUKI; AMADIO, 2006). Dado que crianças e adolescentes com TEA apresentam transtornos de processamento sensorial, torna-se crucial que a manipulação dos *inputs* sensoriais seja considerada nas avaliações de controle postural em tarefas dinâmicas (BOJANEK *et al.*, 2020). Isso se justifica pelos desafios da vida diária, onde a estabilidade postural deve ser mantida em diversas circunstâncias e ambientes, sejam eles bem iluminados ou escuros, com ou sem móveis, ruidosos ou silenciosos, e com superfícies de diferentes características geográficas e físicas (COSTA *et al.*, 2013; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Considerando a importância funcional do controle postural (PAVÃO *et al.*, 2014; HORAK, 2006), os déficits de controle postural observados em crianças e adolescentes com TEA, a falta de evidência sobre o impacto da informação sensorial sobre o controle postural em condições dinâmicas desta população e a validade ecológica de testes dinâmicos de controle postural, o presente estudo investigou os efeitos da manipulação visual e somatossensorial sobre o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA, comparando-os a seus pares típicos. O teste de limite de estabilidade é um teste de estabilidade em condição dinâmica, o qual mede a máxima capacidade do participante de deslocar seu centro de massa sem perder o equilíbrio ou dar um passo (KOLIC *et al.*, 2019).

Com base nos conhecidos déficits de processamento sensorial nessa população (POSAR; VISCONTI, 2018; SOUZA; NUNES, 2019; SUAREZ, 2012), no impacto desses déficits em atividades funcionais (SUAREZ, 2012) e na menor capacidade de adaptação ao ambiente reportada à população com diagnóstico de TEA (WANG *et al.*, 2016), levantou-se a hipótese que, ao perturbar as entradas sensoriais durante o teste de limite de estabilidade, as crianças e adolescentes com TEA apresentariam menor controle da estabilidade postural que seus pares típicos, demonstrando, portanto, menores deslocamentos máximos durante os testes e maiores velocidades de oscilação. Os déficits de controle postural em condição dinâmica podem impactar negativamente a participação de crianças e adolescentes com TEA na comunidade e em ambiente escolar (TEDLA *et al.*, 2021). Assim, estudar o impacto da informação sensorial no controle postural em condição dinâmica desta população com desenhos experimentais mais funcionais e maior validade ecológica pode proporcionar a pesquisadores e profissionais de reabilitação uma compreensão ampliada da relação entre o processamento sensorial e os déficits motores e de controle postural associados ao TEA, contribuindo para a elaboração de intervenções mais direcionadas e eficazes, tanto na área clínica quanto em práticas que promovem a atividade física.

8 OBJETIVOS

8.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente estudo tem por objetivo verificar o efeito da manipulação das informações visual, somatossensorial e manipulação sensorial múltipla (visual e somatossensorial em conjunto) sobre o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos;
- Comparar os efeitos da manipulação das informações visual, somatossensorial e manipulação sensorial múltipla sobre o limite de estabilidade em ambos os grupos.

9 MÉTODOS

9.1 DESENHO DO ESTUDO

O presente estudo tem caráter exploratório, um delineamento transversal e natureza aplicada, contando com uma amostra de conveniência. Seguiu as recomendações do checklist STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*), para estudos transversais (MALTA *et al.*, 2010).

9.2 CÁLCULO AMOSTRAL

O tamanho da amostra foi determinado por meio de cálculo amostral *a priori* utilizando o *software* G*Power (versão 3.1). O cálculo foi realizado considerando um desenho experimental com dois grupos distintos e realização de três medidas em cada condição testada para obtenção das variáveis de desfecho. Foram adotados um nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$), poder estatístico de 95% e um tamanho de efeito esperado de 0,25. Com base nesses parâmetros, foi estimada a necessidade de uma amostra de 44 participantes para o presente estudo, 22 em cada grupo avaliado.

9.3 PARTICIPANTES

Participaram do estudo um total de 59 crianças e adolescentes, de ambos os sexos, com idades entre sete e 17 anos. Trinta e um participantes apresentavam desenvolvimento motor típico (DT) e 28 tinham diagnóstico confirmado de TEA. Os participantes do grupo TEA possuíam laudo diagnóstico assinado por médicos ou neuropsicólogos, com níveis de suporte entre 1 e 2 (leve e moderado), conforme descrito no DSM-5 (APA, 2014).

O desenvolvimento do controle postural em crianças ocorre predominantemente entre os 6 e 10 anos, tornando-se semelhante ao de adultos por volta dos 12 anos (GARCÍA-LIÑEIRA *et al.*, 2021; FERRONATO; BARELA, 2011; RINALDI *et al.*, 2009). A capacidade de integrar informações de outros sistemas sensoriais, além do visual, para a manutenção do controle postural é observada a partir dos 4 anos (RINALDI *et al.* 2009; POLASTRI; BARELA 2013), porém o processo de reponderação não é tão refinado quanto em crianças mais velhas e adultos.

Respostas adaptativas comparáveis às dos adultos foram identificadas apenas após os primeiros dez anos de vida (RINALDI *et al.* 2009). Com base nisso, optou-se por avaliar uma amostra de crianças a partir dos sete anos, estendendo-se até os 17 anos.

Os participantes foram recrutados por meio de divulgação em mídias sociais, meios de comunicação e em entidades ou instituições que fornecem atendimento a crianças e adolescentes especiais em Curitiba. Nestes espaços foram disponibilizadas informações sobre a pesquisa e seus objetivos. A divulgação incluiu os contatos dos pesquisadores, permitindo que pais ou responsáveis por crianças e adolescentes que atendiam aos critérios de elegibilidade entrassem em contato. Os responsáveis pelos participantes foram informados sobre os procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e que, elas mesmas, assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

9.3.1 Critério de Elegibilidade

A Tabela 1 apresenta as características antropométricas e de atividade física (média \pm desvio padrão) do dos grupos com TEA e DT. No grupo DT foram elegíveis apenas crianças e adolescentes com idades entre sete e 17 anos, nascidas a termo, com desenvolvimento motor dentro dos padrões normais esperados para a idade, sem alterações neurológicas, desordens motoras, distúrbios de aprendizagem, ou transtornos de déficit de atenção e/ou hiperatividade. Não foram inclusos crianças e adolescentes com alterações ortopédicas nos membros inferiores ou com alterações posturais, como hiperlordose, hipercifose, escoliose estrutural, cifo escoliose estrutural e lordo escoliose estrutural (MARTELLI; TRAEBERT, 2006), bem como aquelas com peso e estatura fora do percentil esperado para a idade (RIDDIFORD-HARLAND *et al.*, 2006).

No grupo TEA foram admitidos apenas crianças e adolescentes entre sete e 17 anos com diagnóstico clínico confirmado de TEA atestado por médicos ou neuropsicólogos, e com níveis de suporte 1 (leve) ou 2 (moderado), conforme o DSM-5 (APA, 2014), capazes de compreender e seguir comandos verbais simples. Foram excluídos participantes com TEA que apresentassem esclerose tuberosa, síndrome do X-frágil ou outras condições neurobiológicas como síndrome de Tourette e epilepsia (GRAHAM *et al.*, 2015), bem como aqueles incapazes de compreender e executar as tarefas solicitadas.

Para ambos os grupos, foram incluídas apenas crianças e adolescentes cujos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e que, elas mesmas, assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Tabela 9.1 - Características antropométricas e de atividade física (média \pm desvio padrão) do dos grupos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Desenvolvimento típico (DT)

GRUPO	SEXO		DADOS ANTROPOMÉTRICOS (M \pm DP)				NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA*
	Fem.	Masc.	Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)	PAQ-C / PAQ-A
DT	16	15	13,96 \pm 2,04	55,3 \pm 11,54	1,63 \pm 0,12	33,63 \pm 5,3	2,65 \pm 0,57
TEA	9	19	11,1 \pm 3,02	48,06 \pm 21,59	1,50 \pm 0,18	30,98 \pm 10,4	2,25 \pm 0,74

M – média; DP – desvio padrão; DT – participantes de desenvolvimento típico; TEA – participantes com transtorno do espectro autista; Fem. – participantes do sexo feminino; Masc. – participantes do sexo masculino; PAQ-C – *Physical Activity Questionnaire for Older Children*; PAQ-A – *Physical Activity Questionnaire for Adolescents*; *Pontuação 1 indica baixa atividade física, enquanto pontuação 5 indica alta atividade física.

FONTE: As autoras (2024).

9.4 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo está em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor de Ciências da Saúde. CAAE: 74000923.0.0000.0102/2024 N° PARECER: 6.620.294. A participação voluntária dos participantes foi condicionada à obtenção do consentimento informado. Os pais ou responsáveis foram plenamente informados sobre os procedimentos do estudo e, a partir da aceitação, formalizou-se sua concordância por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). As crianças e adolescentes, cujos pais aceitaram a participação no estudo, também foram consultados sobre sua disposição em participar e formalizaram seu consentimento através da assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Os participantes tiveram a liberdade de interromper sua participação a qualquer momento.

A coleta de dados iniciou após a obtenção do parecer favorável do Comitê de Ética e a assinatura dos termos de consentimento mencionados. Todos os dados e informações coletados foram tratados de forma confidencial e utilizados exclusivamente para os fins deste estudo.

9.5 PROCEDIMENTOS GERAIS

Os pais ou responsáveis pelas crianças e adolescentes que demonstraram interesse no estudo foram contatados e informados detalhadamente sobre os objetivos e procedimentos envolvidos. Após a contextualização fornecida pelos pesquisadores, foram convidados a participar da pesquisa junto com seus filhos. Em caso de aceitação, uma data foi agendada para formalizar a adesão por meio da assinatura do TCLE pelo responsável e do TALE pelo participante, seguido pelo início das avaliações.

Os participantes compareceram a uma única visita com duração de aproximadamente 1h, na qual foram submetidos a uma avaliação inicial, um protocolo de avaliação e o protocolo experimental para a avaliação do limite de estabilidade. A avaliação inicial incluiu o “Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças/Adolescentes” (APÊNDICE B), que incluiu informações pessoais e sociodemográficas, questões sobre o desenvolvimento neuromotor do participante, tratamentos terapêuticos e dados neurológicos, com o objetivo de confirmar os critérios de inclusão. O “Protocolo de Avaliação Física” (APÊNDICE C) abordou aspectos ortopédicos e antropométricos dos participantes, como medidas de massa corporal, estatura e comprimento dos membros inferiores. O protocolo experimental para a determinação dos limites de estabilidade foi executado após a conclusão dos protocolos iniciais.

Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial para a coleta de dados antropométricos e sociodemográficos. Para a caracterização da amostra foram aplicados o *Physical Activity Questionnaire for Older Children* (PAQ-C) e o *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A) para avaliar o nível de atividade física. Após a obtenção do parecer favorável do Comitê de Ética da UFPR, o estudo e seus objetivos foram divulgados em mídias sociais e outros veículos de comunicação, a fim de informar pais ou responsáveis de crianças com desenvolvimento típico e de crianças diagnosticadas com TEA. Esses responsáveis tiveram a oportunidade de contatar os pesquisadores para manifestar interesse em participar da pesquisa.

9.5.1 *Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C)* e o *Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A)*

O PAQ-C é destinado a crianças de oito a 13 anos, inclui nove questões para avaliar a prática de atividade física nos últimos sete dias. As respostas são codificadas em uma escala de um a cinco pontos. A primeira questão coleta informações sobre a frequência semanal de atividades físicas e esportivas, com 22 opções de lazer ativo e a possibilidade de incluir outras atividades não listadas. As 6 questões seguintes avaliam a intensidade da atividade física durante as aulas de educação física e em diferentes períodos do dia e da semana. As duas últimas questões determinam o nível de atividade física e sua frequência específica em cada dia da semana (GUEDES; GUEDES, 2015)

O PAQ-A é destinado a adolescentes de 14 a 18 anos, possui uma estrutura semelhante ao PAQ-C, com a exceção de que não inclui a questão sobre atividade física em intensidades moderada a vigorosa durante o recreio escolar. Assim, o PAQ-A é composto por 8 questões. Ambos os questionários geram um escore que reflete o nível de atividade física, calculado pela média aritmética das pontuações atribuídas a cada questão (GUEDES; GUEDES, 2015).

Autoaplicável em seu formato curto, o PAQ-C e o PAQ-A são frequentemente recomendados para uso em populações jovens devido à sua praticidade. Ambos os questionários traduzidos e adaptados para o português, demonstraram adequada reprodutibilidade e satisfatória validade concorrente, com base na comparação com registros de movimentos obtidos por acelerometria (GUEDES; GUEDES, 2015).

9.6 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

A avaliação experimental para avaliar o limite de estabilidade foi efetuada com os participantes descalços em posição ortostática, e com os pés posicionados confortavelmente, garantindo que a distância entre eles não excedesse a largura dos ombros (DUARTE; FREITAS, 2010). Os participantes foram posicionados em local delimitado sobre um tapete instrumentado (*Zeno Electronic Walkway, USA*) com 0,61m de largura e 4m de comprimento.

Posicionados sobre o tapete, o foram orientados a realizar deslocamentos máximos do corpo nos sentidos anteroposterior (AP) e mediolateral (ML), utilizando

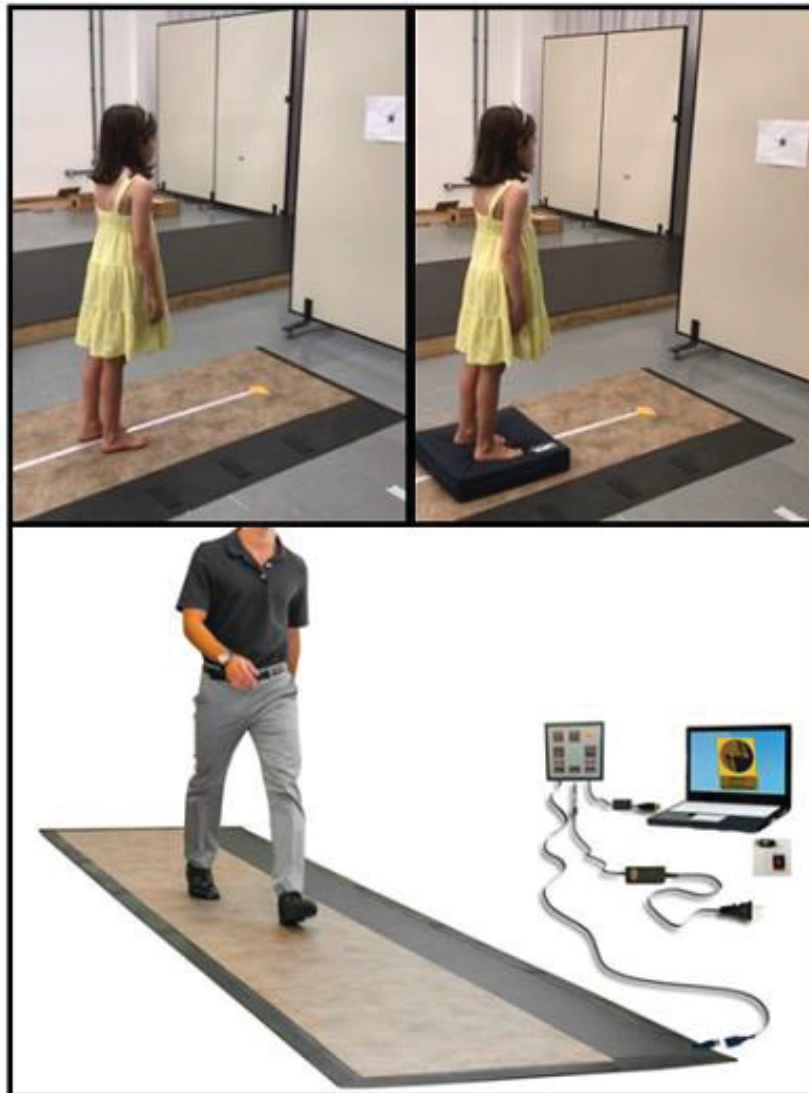
exclusivamente a estratégia de tornozelo para manter a estabilidade postural, sem mover os pés ou recorrer a estratégia de quadril (TOMAZ *et al.*, 2014). Além disso, os participantes foram instruídos a realizar movimentos lentos e controlados, buscando alcançar a máxima amplitude possível sem perder o equilíbrio. As tentativas foram repetidas quando esses aspectos não foram atendidos. O teste foi realizado a partir da posição inicial para frente, para a direita, para a esquerda e para trás. Após cada deslocamento, os participantes retornaram à posição inicial.

Foram realizadas duas tentativas da sequência completa, sob as seguintes condições: (1) olhos abertos em superfície rígida (OASR); (2) olhos fechados em superfície rígida (OFSR); (3) olhos abertos em superfície maleável (OASM); e (4) olhos fechados em superfície maleável (OFMS). A superfície maleável foi composta por uma espuma de 0,4x0,6x0,07m, com densidade de 45g/cm³. As condições foram randomizadas de modo a evitar que oscilações na atenção e motivação dos participantes ao longo do experimento pudessem influenciar seu desempenho nos testes.

Apenas as tentativas em que o participante manteve os pés fixos no local e evitou o uso de estratégias de quadril e/ou passo para recuperar a estabilidade foram consideradas válidas para análise; caso contrário, a tentativa foi repetida.

A figura 1 demonstra um participante na condição de olhos abertos/fechados em superfície rígida (painel superior esquerda) e olhos abertos/fechados em superfície maleável (painel superior direita); abaixo está uma imagem ilustrativa do tapete e *software* utilizados.

Figura 9. - participante na condição de olhos abertos em superfície rígida (painel superior esquerda) e olhos fechados em superfície maleável (painel superior direita); abaixo imagem ilustrativa do Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software



FONTE: PKMAS Measurements and Definitions (2021); as autoras (2024).

9.7 EQUIPAMENTOS DE AVALIAÇÃO

Para a realização das avaliações de limite de estabilidade foi utilizado o equipamento *Zeno Electronic Walkway and PKMAS Software* (61cm de largura e 4m de comprimento). O *Zeno Electronic Walkway*, com o *software PKMAS* e seus acessórios, fornece medições detalhadas da pressão dos pés em postura ortostática e limite de estabilidade, do desempenho da caminhada, estilo de marcha. Dentro da passarela eletrônica Zeno e sob a cobertura superior estão sensores sensíveis à pressão dispostos em uma matriz bidimensional com arranjo espacial e coordenadas predefinidas. À medida que o participante permanece em ortostatismo ou caminha pela superfície da passarela, a pressão exercida no solo altera o estado dos sensores

em contato. Esse estado é registrado, em intervalos de tempo predefinidos, pelos componentes eletrônicos situados ao longo do perímetro externo da passarela. A captação dos sinais ocorreu a uma frequência de 100Hz (*PKMAS Measurements and Definitions, 2021*).

As medidas tomadas a partir do tapete possuem alto nível de concordância com a plataforma de força ao medir excursões nas direções anteroposterior, mediolateral e área total, indicando ser um dispositivo adequado para medir limites de estabilidade, na comparação entre os instrumentos (BERG-POPPE *et al.*, 2018). Berg-Poppe e colaboradores (2018) verificaram que 96% das diferenças nas medidas de excursão total na postura natural e de excursão anterior-posterior na postura estreita (calcâneo medial e o primeiro metatarso de ambos os pés em contato entre si) estavam dentro dos limites esperados, definidos como a média das diferenças ± 2 desvios padrão. De maneira semelhante, 94% das diferenças nas medidas de excursão total e direita-esquerda na postura estreita, assim como nas de excursão anterior-posterior e direita-esquerda, também permaneceram dentro desses limites, indicando boa concordância entre os dispositivos (BERG-POPPE *et al.*, 2018).

9.8 ANÁLISE DE DADOS

A partir da extração dos dados capturados pelo *software PKMAS*, o CoP foi estimado por meio da aplicação de um filtro *Butterworth* passa-baixa de dois estágios, com cinco polos e zero de atraso, a 10 Hz (*PKMAS Measurements and Definitions, 2021*). Para fins de análise, um conjunto de dados foi selecionado para identificar as trajetórias do CoP, descrito no Quadro 1.

Quadro 9.1 - Variáveis analisadas

Abreviatura	Variável	Definição	
Desloc.máx.Ant.	Deslocamento máximo Anterior (cm)	Distância entre a posição central e o ponto máximo alcançado pelo sinal na direção anterior	Indica a distância máxima percorrida pelo CoP na direção anterior
Desloc.máx.Post.	Deslocamento máximo Posterior (cm)	Distância entre a posição central e o ponto máximo alcançado pelo sinal na direção posterior	Indica a distância máxima percorrida pelo CoP na direção posterior
Desloc.máx.D.	Deslocamento máximo para direita (cm)	Distância entre a posição central e o ponto máximo alcançado pelo sinal na direção lateral direita	Indica a distância máxima percorrida pelo CoP para a direita.

Desloc.máx.E.	Deslocamento máximo para a esquerda (cm)	Distância entre a posição central e o ponto máximo alcançado pelo sinal na direção lateral esquerda	Indica a distância máxima percorrida pelo CoP para a esquerda.
Vel. Média AP	Velocidade média no eixo anteroposterior (cm/s)	Soma das distâncias entre os pontos consecutivos dividida pela duração da gravação (QUIJOUX <i>et al.</i> , 2021). Pode demonstrar algum déficit no controle postural em caso de valor da velocidade média mais elevado	Indica a velocidade média de deslocamento do CoP na direção anteroposterior.
Vel. Média ML	Velocidade média no eixo mediolateral (cm/s)	Soma das distâncias entre os pontos consecutivos dividida pela duração da gravação (QUIJOUX <i>et al.</i> , 2021). Pode demonstrar algum déficit no controle postural em caso de valor da velocidade média mais elevado	Indica a velocidade média de deslocamento do CoP na direção mediolateral.

FONTE: As autoras (2024).

9.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, uma análise hierárquica do tipo árvore de decisão (“*decision tree*”) foi aplicada sobre o conjunto de dados de forma a reduzir o elevado número de variáveis independentes do CoP em cada uma das condições experimentais.

Um algoritmo de *decision tree* é uma abordagem na qual as variáveis com a menor entropia ou maior ganho de informação são selecionadas para representar a raiz e os ramos da árvore que melhor representam a influência do corpo (ANYANWU; SHIVA, 2009). Para evitar o sobre ajuste do modelo (“*overfitting*”), foram estabelecidos os seguintes parâmetros: número mínimo para divisão, 20; observações mínimas no nó terminal, 7; profundidade de interação, 30; e penalidade de complexidade de 0,01. Portanto, para cada condição experimental, foram avaliadas apenas as variáveis com importância relativa igual ou superior a 10% (deslocamento máximo AP e ML; velocidade média AP e ML). As demais variáveis independentes não foram analisadas.

A partir das variáveis selecionadas, foi realizada uma análise do padrão de distribuição dos dados e homocedasticidade por meio de testes de normalidade utilizando *Shapiro-Wilk* e *Levenne*, respectivamente. Confirmada a normalidade dos dados, uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas foi utilizada para testar os efeitos principais de grupo (GTEA x GDT), das condições de manipulação sensorial (OASM, OASR, OFSM e OFSR) e efeitos de interações (grupo*condição)

para cada uma das variáveis de deslocamento do CoP indicadas na *decision tree*. Para identificar os efeitos principais entre as condições sensoriais testadas, o teste *post hoc* de *Tukey* foi aplicado. O teste de ANOVA unidirecional foi usado apenas em variáveis com efeito de interação significativo na análise anterior, para comparar os efeitos principais de interação entre as condições dentro dos grupos TEA e DT separadamente. Os tamanhos de efeito das análises realizadas estão expressos por meio de *partial eta squared* (η^2). De acordo com Richardson (2011), $\eta^2 > 0,01$ será categorizado como baixo, $\eta^2 > 0,06$ médio e $\eta^2 > 0,14$ alto. O nível de significância adotado para as análises foi de 5%. As análises foram processadas pelo pacote estatístico SPSS 17.

10 RESULTADOS

As análises iniciais mostraram efeito de grupo ($F=10,7$; $p<0,001$; $\eta^2=0,5$), de condição ($F=27,7$; $p<0,001$; $\eta^2=0,9$) e interação grupo*condição ($F=3,6$; $p<0,001$; $\eta^2=0,6$). As tabelas 2 e 3, e as figuras 2, 3 e 4 apresentam os principais efeitos da análise de variância.

O grupo de participantes com TEA apresentou maiores valores de velocidade média AP ($F=27,4$; $\eta^2=0,3$; $p\leq 0,01$) e velocidade média ML ($F=27$; $\eta^2=0,3$; $p\leq 0,01$) que seus pares típicos, independente da condição sensorial avaliada.

Em relação às condições sensoriais testadas, em OASM os participantes apresentaram maiores valores para: (1) deslocamentos máx.Ant., máx.E., máx.D., e velocidade média AP e ML comparados a OASR; (2) deslocamentos máx.Ant., máx.Post., máx.E., máx.D., e velocidade média AP e ML comparados a OFSR; (3) deslocamentos máx.Ant., máx.D. comparados a OFSM.

Na condição OASR os participantes apresentaram maiores deslocamentos máx.Ant., máx.Post. e máx.E. comparados à condição OFSR.

Na condição OFSM os participantes apresentaram: (1) maiores velocidades AP e ML do que em OASM; (2) maiores deslocamentos máx.Ant. e velocidades AP e ML comparados a OASR; (3) maiores valores de deslocamento máx.Ant., deslocamento máx.E., deslocamento máx.D., velocidade AP e ML comparados à OFSR.

Houve efeito de interação apenas para as variáveis velocidade média AP e ML em todas as condições ($F = 3,6$; $\eta^2 = 0,6$; $p \leq 0,01$), de modo que o grupo TEA apresentou maiores valores de velocidade AP e ML em todas elas.

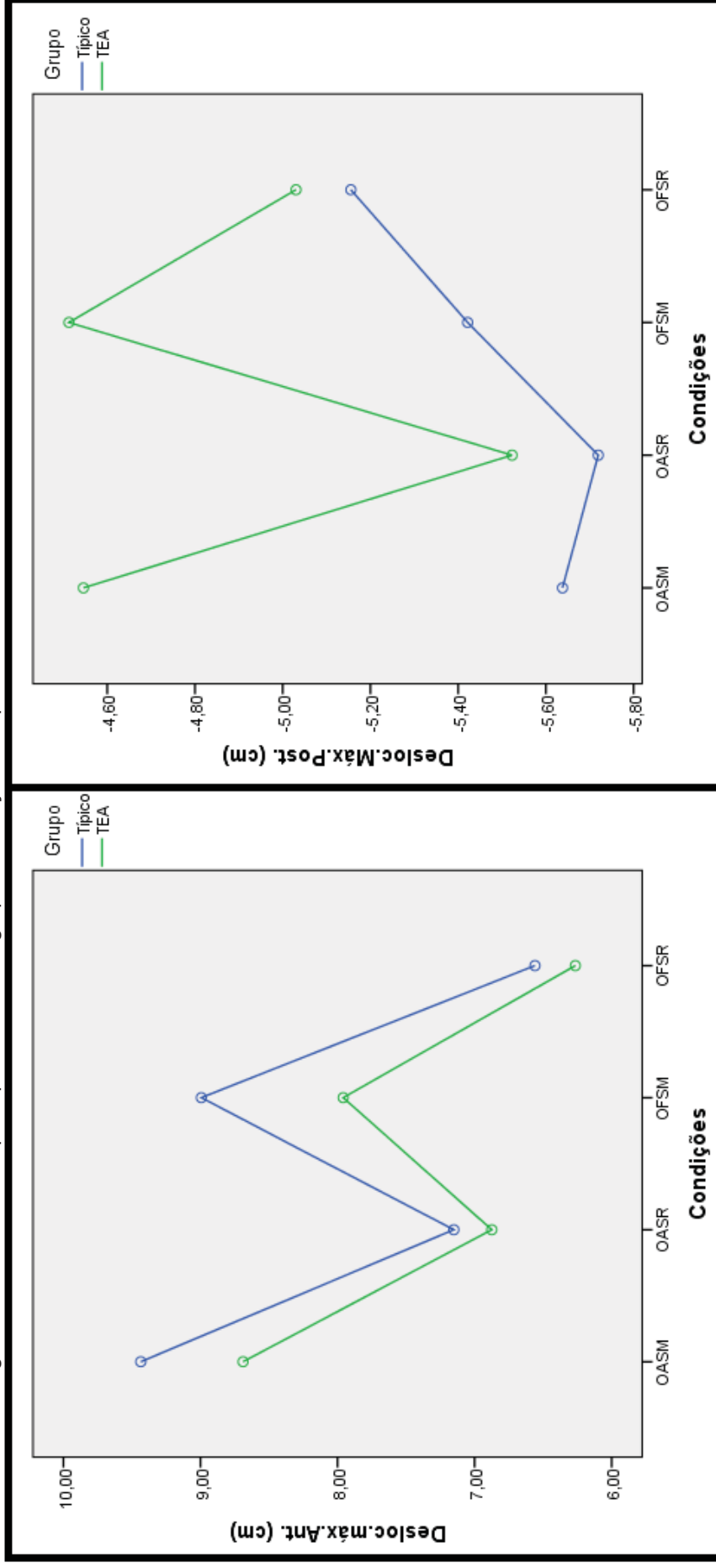
Tabela 10.1 - Principais efeitos de grupo e condição

Variáveis	OASM (M ± DP)			OASR (M ± DP)			OFSM (M ± DP)			OFSR (M ± DP)			GRUPO			CONDIÇÃO		
	DT	TEA	TEA	DT	TEA	TEA	DT	TEA	TEA	DT	TEA	TEA	F	P	Np ²	F	P	Np ²
Desloc.máx.Ant. (cm)	9,43 ± 1,69	8,68 ± 1,20	6,87 ± 1,40	7,15 ± 1,48	8,99 ± 2,27	7,95 ± 1,64	8,99 ± 2,27	6,55 ± 1,74	6,26 ± 1,39	6,55 ± 1,74	6,26 ± 1,39	2,64	0,10	0,04	79,38	0,000*	0,58	
Desloc.máx.Post. (cm)	-5,63 ± 1,04	-4,54 ± 1,21	-5,52 ± 1,52	-5,71 ± 1,48	-5,42 ± 1,94	-4,51 ± 1,74	-5,15 ± 1,38	-5,03 ± 1,47	-5,03 ± 1,47	-5,15 ± 1,38	-5,03 ± 1,47	3,90	0,53	0,06	3,69	0,022*	0,06	
Desloc.máx.D. (cm)	10,71 ± 2,06	9,86 ± 1,78	8,92 ± 2,34	9,23 ± 2,55	9,99 ± 2,05	9,08 ± 1,94	8,65 ± 2,43	8,45 ± 1,87	8,45 ± 1,87	8,65 ± 2,43	8,45 ± 1,87	1,55	0,21	0,02	13,75	0,000*	0,19	
Desloc.máx.E. (cm)	-10,31 ± 2,06	-10,40 ± 2,00	-8,97 ± 2,01	-9,42 ± 2,16	-9,89 ± 1,81	-9,66 ± 1,93	-8,66 ± 2,50	-8,30 ± 1,74	-8,30 ± 1,74	-8,66 ± 2,50	-8,30 ± 1,74	0,33	0,56	0,006	15,84	0,000*	0,22	
Vel. Média AP (cm/s)	2,83 ± 0,66	3,96 ± 0,94	3,13 ± 0,82	2,39 ± 0,66	3,70 ± 0,85	5,26 ± 1,65	2,41 ± 0,74	3,43 ± 0,91	3,43 ± 0,91	2,41 ± 0,74	3,43 ± 0,91	27,40	0,000*	0,32	114,85	0,000*	0,67	
Vel. Média ML (cm/s)	3,46 ± 0,84	5,33 ± 1,95	4,18 ± 1,42	3,17 ± 0,94	4,18 ± 1,05	6,39 ± 1,96	3,16 ± 1,03	4,22 ± 1,05	4,22 ± 1,05	3,16 ± 1,03	4,22 ± 1,05	27,02	0,000*	0,32	49,44	0,000*	0,46	

M – média; DP – desvio padrão; DT – participantes de desenvolvimento típico; TEA – participantes com transtorno do espectro autista; OASM – olhos abertos em superfície maleável; OASR – olhos abertos em superfície rígida; OFSM – olhos fechados em superfície maleável; OFSR – olhos fechados em superfície rígida; Np2 – partial eta squared; Desloc.máx.Ant. – máximo deslocamento anterior do CoP; Desloc.máx.Post. – máximo deslocamento posterior do CoP; Desloc.máx.D. – máximo deslocamento do CoP à direita; Desloc.máx.E. – máximo deslocamento do CoP à esquerda; Vel média AP – velocidade média anteroposterior de deslocamento do CoP; Vel média ML – velocidade média mediolateral de deslocamento do CoP; * - p≤0,05.

FONTE: As autoras (2024).

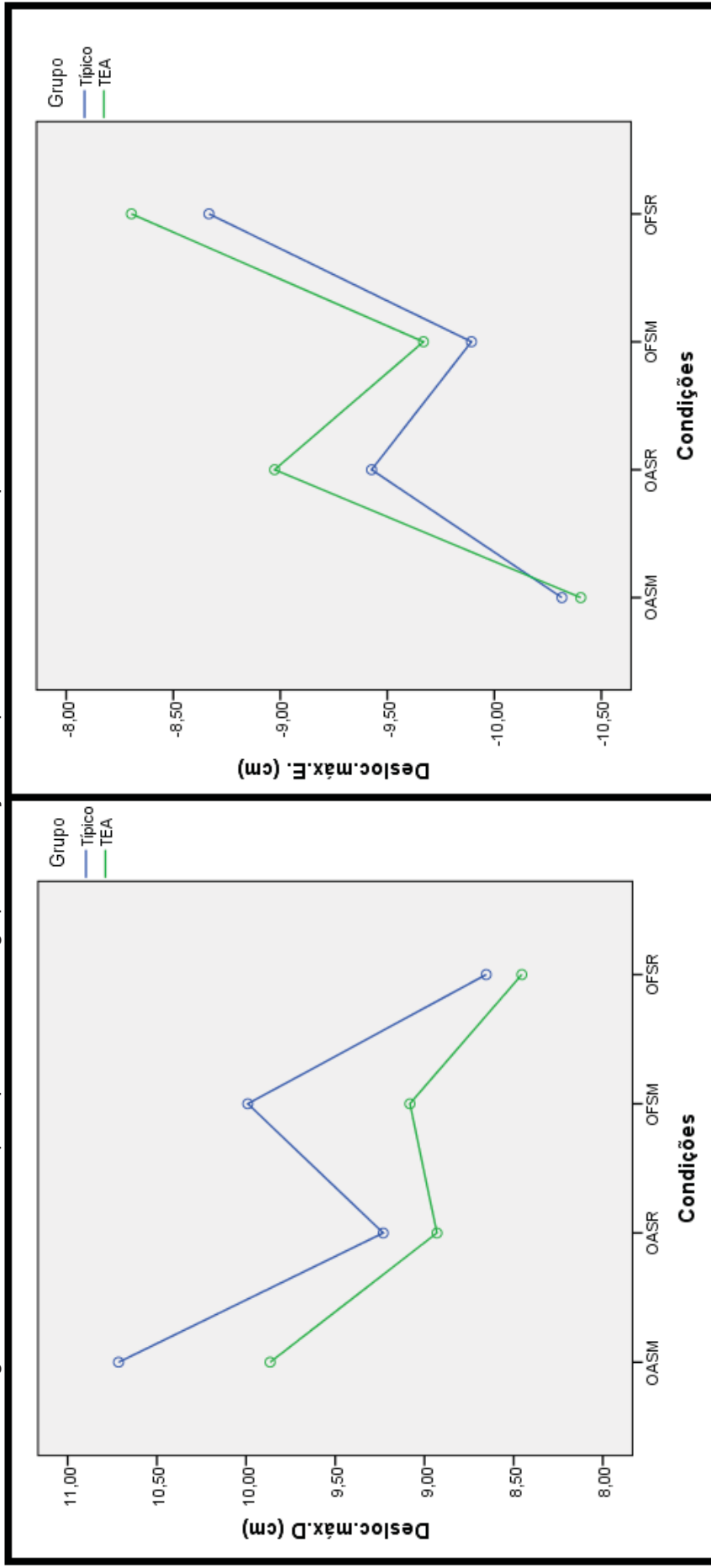
Figura 10.1 - Gráfico de principais efeitos de grupo e condição - Amplitude AP máxima e mínima de deslocamento do CoP



Típico – participantes de desenvolvimento típico; TEA – participantes com transtorno do espectro autista; OASM – olhos abertos em superfície maleável; OASR – olhos abertos em superfície rígida; OFSM – olhos fechados em superfície maleável; OFSR – olhos fechados em superfície rígida; Desloc.máx.Ant. - máximo deslocamento do CoP para a direção anterior; Desloc.máx.Post. - máximo deslocamento do CoP para a direção posterior.

FONTE: As autoras (2024).

Figura 10.2 - Gráfico de principais efeitos de grupo e condição - Amplitude ML direita e esquerda de deslocamento do CoP



Típico – participantes de desenvolvimento típico; TEA – participantes com transtorno do espectro autista; OASIM – olhos abertos em superfície maleável; OASR – olhos abertos em superfície rígida; OFSM – olhos fechados em superfície maleável; OFSR – olhos fechados em superfície rígida; Desloc.máx.D. - máximo deslocamento do CoP para o lado direito; Desloc.máx.E. - máximo deslocamento do CoP para o lado esquerdo.

FONTE: As autoras (2024).

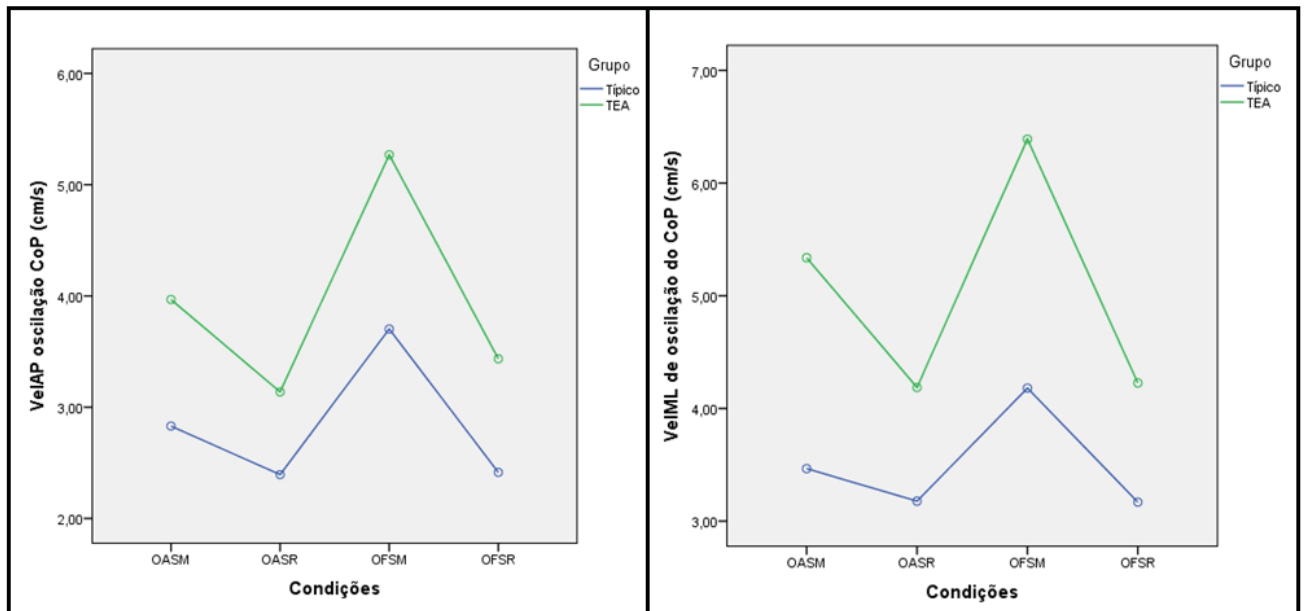
Tabela 10.2 - Principais efeitos de interação grupo*condição

Condição	Variável	Grupo	Média ± Desvio Padrão	F	P	Np²
OASM	Vel. Média AP (cm/s)	DT	2,83 ± 0,66	25,63	0,000*	0,54
		TEA	4,12 ± 1,23			
	Vel. Média ML (cm/s)	DT	3,46 ± 0,84	24,80	0,000*	0,53
		TEA	5,49 ± 2,08			
OASR	Vel. Média AP (cm/s)	DT	2,39 ± 0,66	15,67	0,000*	0
		TEA	3,15 ± 0,81			
	Vel. Média ML (cm/s)	DT	3,17 ± 0,94	11,52	0,001*	0
		TEA	4,23 ± 1,43			
OFSM	Vel. Média AP (cm/s)	DT	3,70 ± 0,85	22,86	0,000*	0
		TEA	5,39 ± 1,75			
	Vel. Média ML (cm/s)	DT	4,18 ± 1,05	30,73	0,000*	0
		TEA	6,54 ± 2,10			
OFSR	Vel. Média AP (cm/s)	DT	2,41 ± 0,74	22,12	0,000*	0
		TEA	3,43 ± 0,91			
	Vel. Média ML (cm/s)	DT	3,16 ± 1,03	14,89	0,000*	0
		TEA	4,22 ± 1,05			

M – média; DP – desvio padrão; DT – participantes de desenvolvimento típico; TEA participantes com transtorno do espectro autista; Np2 – partial eta squared; Vel média AP – velocidade média anteroposterior de deslocamento do CoP; Vel média ML – velocidade média mediolateral de deslocamento do CoP; * - p≤0,05.

FONTE: As autoras (2024).

Figura 10.3 - Gráfico de Interação Grupo e Condição – Velocidade média AP de deslocamento do CoP e Velocidade média ML de deslocamento do CoP



Típico – participantes de desenvolvimento típico; TEA – participantes com transtorno do espectro autista; OASM – olhos abertos em superfície maleável; OASR – olhos abertos em superfície rígida; OFSM – olhos fechados em superfície maleável; OFSR – olhos fechados em superfície rígida; VelAP - velocidade média anteroposterior de deslocamento do CoP; VelML - velocidade média mediolateral de deslocamento do CoP.

FONTE: As autoras (2024).

11 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito da manipulação das informações visual, somatossensorial e manipulação sensorial múltipla (visual e somatossensorial em conjunto) sobre o limite de estabilidade de crianças e adolescentes com TEA e seus pares típicos. A hipótese testada foi a de que, ao perturbar as entradas sensoriais durante a testagem do limite de estabilidade, o grupo TEA apresentaria menor controle da estabilidade postural em comparação aos seus pares com desenvolvimento típico, mostrando menores excursões do CoP e maiores velocidades de deslocamento. Não foram encontradas diferenças entre os grupos para o deslocamento máximo do CoP em nenhuma das direções do teste de limite de estabilidade em nenhuma das condições sensoriais testadas. Desta forma, independente da condição testada, ambos os grupos apresentaram limites de estabilidade semelhantes, sem diferenças significativas em seus deslocamentos máximos em nenhuma das direções avaliadas.

Entretanto, o grupo TEA uma vez que apresentou maiores valores de velocidade do CoP nas direções anteroposterior e mediolateral independente da condição avaliada. A velocidade de deslocamento do CoP é considerada uma medida sensível e confiável na comparação entre grupos etários e condições de estabilidade, sendo capaz de diferenciar grupos com distintas condições de saúde (DUARTE; FREITAS, 2010). Sobera *et al.* (2011) a reportam como um excelente preditor da estabilidade corporal, apresentando maior confiabilidade que a área elíptica de oscilação do CoP. Os achados do presente estudo de maiores velocidades de deslocamento do CoP apresentados pelos participantes com TEA indicam um menor controle do sistema de controle postural sobre a movimentação de seu CoP durante a tarefa dinâmica proposta neste estudo, o teste de limite de estabilidade.

De acordo com Kirshenbaum *et al.* (2001), a velocidade de deslocamento do CoP é um indicador do processo e estratégia de controle da movimentação do centro de massa. Os autores reportam que movimentações mais rápidas do CoP são consistentes com padrões de movimentação mais rígidos (em bloco), o que pode ser decorrente de aumento nas taxas de cocontração agonista e antagonista. Blanchet *et al.* (2019) também associam as maiores velocidades do CoP observadas em crianças mais novas a uma estratégia de controle de bloco, caracterizada por correções posturais com uma alta velocidade de deslocamento do CoP e congelamento de graus de liberdade. A redução na velocidade de deslocamento é interpretada como um sinal

de aumento da eficácia do processamento e integração das informações sensoriais (BLANCHET, 2019). Assim, embora funcionalmente crianças típicas e com TEA tenham limites de estabilidade semelhantes em todas as direções, os maiores valores da velocidade de deslocamento do CoP para os eixos AP e ML observados no grupo TEA pode representar um sistema de controle postural menos desenvolvido, de menor eficiência, com maiores dificuldades em utilizar adequadamente as informações sensoriais para manter a estabilidade (RIACH, 1994).

O teste de limite de estabilidade fornece informações sobre a estabilidade em condição dinâmica, sua execução demanda reações reflexas e mecanismos diretos de regulação por feedback (ORENDORZ-FRACZKOWSKA; KUBACKA, 2020), envolvendo ajustes posturais antecipatórios e compensatórios (BOJANEK *et al.*, 2020). O limite de estabilidade dos indivíduos é afetado por fatores mecânicos, como amplitude de movimento e alinhamento postural, e fatores neurais relacionados a latência das respostas musculares e integração sensório motora (FONG *et al.*, 2016; MCCOLLUM; LEEN, 1989).

O deslocamento similar do CoP observado entre os grupos sugere ausência de restrições biomecânicas e confiança em seu equilíbrio no grupo TEA (FONG *et al.*, 2016). Entretanto, as maiores velocidades de deslocamento observadas no grupo TEA, que indicam sua reduzida estabilidade em condição dinâmica, podem estar associadas a déficits sensoriomotores, modelos internos de orientação e movimentação do corpo menos desenvolvidos e alterações nos padrões de ativação muscular. No entanto, as medidas de desfecho do presente estudo apenas permitem que tais relações sejam inferidas, uma vez que não foram utilizadas análise cinemática nem eletromiográfica.

A avaliação do limite de estabilidade em diferentes condições sensoriais permitiu definir o efeito da visão e da informação somatossensorial da base de suporte sobre o controle postural dos participantes em uma condição dinâmica. De acordo com os resultados, a manipulação isolada da disponibilidade de visão mostrou efeitos sobre a velocidade de deslocamento do CoP apenas durante a permanência em superfície de suporte maleável. Durante a permanência sobre a espuma, a retirada da visão aumentou a velocidade de deslocamento do CoP, indicando uma perda de estabilidade dinâmica nesta condição. Tal resultado demonstra a importância da informação visual em situações de informação somatossensorial conflitante em membros inferiores. Durante a permanência em superfície rígida, a retirada da visão

não alterou a velocidade de deslocamento do CoP, possivelmente porque o acesso às informações de mecanorreceptores dos pés é mais consistente e preciso na superfície rígida (PATEL *et al.*, 2008), reduzindo a relevância da informação visual. Os diferentes efeitos da informação visual de acordo com as características da superfície de apoio podem estar relacionados ao processo de reponderação sensorial, habilidade de reduzir a relevância de determinadas informações sensoriais em detrimento de outras diante de manipulações nas características dos estímulos ofertados, ou seja, reduzindo o peso de uma informação específica, ao passo que aumenta os das demais informações disponíveis (RINALDI *et al.*, 2009). Assim, o desafio somatossensorial de manter a estabilidade dinâmica sobre a espuma, diferente da permanência em superfície rígida, poderia reponderar o peso da informação visual sobre a estabilidade postural, tornando-a mais relevante na presença de uma superfície de suporte maleável.

Por outro lado, em ambas as superfícies de apoio, a retirada da visão reduziu o limite de estabilidade dos participantes comparada à condição olhos abertos. Em superfície rígida houve redução do deslocamento Max. Ant., Max Post.e Max. E. Em superfície maleável, houve redução do deslocamento Max. Ant. e Max. D. A visão, como parte integrante de um ciclo percepção-ação, desempenha dupla função: percebe e regula o movimento, ao mesmo tempo em que informa sobre o próprio comportamento em resposta às demandas do ambiente, permitindo a auto-organização do sujeito em função da tarefa no ambiente (SOARES, 2010). Deste modo, pode-se inferir que a retirada da visão reduziu as distâncias de deslocamento do CoP no teste de limite de estabilidade por comprometer o processo de percepção e auto-organização dos participantes, tanto em superfície rígida, quanto em superfície maleável.

Ao analisar isoladamente os efeitos da maleabilidade da superfície de suporte sobre o controle postural em condições dinâmicas, a execução do teste de limite de estabilidade sobre a espuma produziu maiores deslocamentos máx.Ant., máx.D. e máx.E. comparados à superfície rígida, e maiores velocidade de deslocamento do CoP nas direções AP e ML. Os resultados foram semelhantes para ambas as condições visuais. Assim, a permanência sobre a espuma resultou em maiores limites de estabilidade, expressos pelos maiores deslocamentos máximos do CoP nessas condições sem a necessidade do uso da estratégia do passo (BLANCHET *et al.*, 2019). Entretanto, o aumento da velocidade do CoP que acompanha esses maiores

deslocamentos demonstra menor precisão no controle dos indivíduos sobre o centro de massa para executar a tarefa (KIRSHENBAUM *et al.*, 2001), estando associada a menor controle da estabilidade postural (PALMIERE *et al.*, 2002). Deste modo, estes resultados sugerem que o *feedback* sensorial proporcionado pela espuma funcionou como um suporte mecânico permissivo para a amplitude de deslocamento do CoP, mas, de forma concomitante, comprometeu a precisão dos ajustes de estabilidade postural devido a alteração do *feedback* sensorial, o que se observa pela maior velocidade de deslocamento do CoP.

Um elemento importante na manutenção da estabilidade postural é a informação vinda de mecanorreceptores dos pés e tornozelos (PATEL *et al.*, 2008), assim como informações vindas das vias proprioceptivas (CAMARGO; FREGONESI, 2011). A manutenção postural durante a execução de atividades sobre uma superfície maleável como a espuma reduz a capacidade de detectar com precisão a distribuição de pressão e a orientação do corpo, bem como a capacidade de exercer com precisão respostas posturais corretivas por conta da natureza viscoelástica da espuma (PATEL *et al.*, 2008). Esta alteração no *feedback* sensorial interfere na qualidade das respostas posturais corretivas, levando a uma menor precisão no controle do centro de massa, manifestada por uma maior velocidade de deslocamento do CoP.

Embora o presente estudo não tenha manipulado informações vestibulares, o processamento dessas informações também é parte importante da regulação do controle postural. Assim, considerando que as informações vestibulares desempenham um papel fundamental na estabilidade postural em superfícies instáveis, seja devido à inclinação, oscilação ou referência de oscilação, especialmente na ausência de informações visuais (HORAK *et al.*, 2016) é possível que as maiores excursões do CoP observada durante a permanência sobre a espuma esteja associada também ao uso de informações vestibulares em conjunto a informações somatossensoriais durante a permanência sobre a espuma.

Para ambos os grupos, o desempenho no teste de limite de estabilidade na direção posterior, avaliado pelo deslocamento máx.Post., apenas foi modificado quando a informação visual foi manipulada durante a permanência em superfície rígida. A retirada da visão reduziu o máximo deslocamento posterior dos participantes. Fong *et al.* (2016) reportaram as maiores dificuldades no teste de limite de estabilidade na direção posterior em crianças com déficit de desenvolvimento de coordenação, ressaltando as maiores demandas de ajustes posturais verificadas nessa direção.

Além disso, fatores mecânicos, como a característica anatômica dos pés, podem explicar a ausência de diferenças significativas no deslocamento posterior do CoP nas diferentes condições avaliadas: durante a inclinação posterior o centro de massa é projetado sobre os calcanhares, que determinam uma menor base de suporte comparada a planta dos pés formada pelos ossos do tarso, metatarsos e falanges (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Desta forma, possivelmente, independente da condição sensorial, o deslocamento do CoP nesta direção tende a se modificar pouco.

A identificação de déficits posturais em condições dinâmicas em crianças e adolescentes com TEA é de grande relevância clínica por conta de sua validade ecológica. Tais déficits estão associados a redução da mobilidade e maior risco de quedas (TEDLA *et al.*, 2021), potencialmente impactando negativamente o nível de atividade física e a funcionalidade dos indivíduos.

Os resultados do presente estudo demonstram que, mais do que limitar-se aos resultados de teste funcionais, clínicos e outros, profissionais da reabilitação devem trabalhar com essas crianças estratégias que promovam o aprimoramento do controle da estabilidade postural. Por meio de atividades que desafiem a integração sensorial, especialmente em contextos em que informações visuais e somatossensoriais são manipuladas. Futuros estudos devem investigar se a inclusão de exercícios, que envolvam superfícies instáveis e alterações nos estímulos sensoriais disponíveis, podem ajudar a desenvolver uma estratégia de controle mais refinada e menos dependente da visão, instigando a adaptação postural em condições complexas.

As principais limitações do estudo estão na ampla faixa etária dos participantes de ambos os grupos, assim como em não dividir os participantes do grupo TEA por nível de suporte.

12 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem constatar que o desempenho no teste funcional de limite de estabilidade de crianças e adolescentes com e sem diagnóstico de TEA são semelhantes em todas as direções testadas. Entretanto, indivíduos com TEA apresentam menor controle sobre a estabilidade postural dinâmica que seus pares típicos, expressos pelas maiores velocidades de deslocamento do CoP em todas as condições testadas. A maleabilidade da superfície influenciou a estabilidade, permitindo maiores deslocamentos do CoP, mas com menor precisão, especialmente na ausência de informação visual. Estudos futuros são recomendados para expandir as análises do controle postural em condição dinâmica nesta população a partir de instrumentos de avaliação complementares ao *Zeno Electronic Walkway*.

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos conduzidos na presente dissertação sugerem que:

- Crianças e adolescentes com TEA apresentam controle postural prejudicado em condições dinâmicas, com redução da estabilidade postural, maior vulnerabilidade a mudanças no alinhamento corporal e mecanismos compensatórios para manter a postura e evitar quedas.

- Poucos estudos avaliaram o controle postural em condições dinâmicas, especialmente sob manipulação de informações sensoriais.

- Crianças e adolescentes com TEA apresentam maior vulnerabilidade no controle postural, confirmada pela velocidade de CoP nos eixos AP e ML, sugerindo um sistema de controle postural menos eficiente neste grupo.

- A visão é importante fonte de informação sensorial para regular a estabilidade postural durante o teste de limite de estabilidade, de modo que a disponibilidade de visão permitiu maiores distâncias de alcance no teste, tanto em superfície rígida, quanto em superfície maleável.

- A manipulação somatossensorial com a espuma resultou em maiores valores de deslocamento e velocidade do CoP, indicando uma redução na precisão do controle postural, em função da diminuição do *feedback* somatossensorial dos pés e tornozelos, ao mesmo tempo que proporcionou maiores alcances do limite de estabilidade.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5**. 5. ed. Artmed, 2014.
- BARELA, J. A. *et al.* Postural control and automaticity in dyslexic children: The relationship between visual information and body sway. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 5, p. 1814-1821, set. 2011.
- BARELA, J. A.; POLASTRI, P. F.; GODOI, D. Controle postural em crianças: Oscilação corporal e frequência de oscilação. **Rev. paul. Educ. Fis.**, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2000.
- BERG-POPPE, P. *et al.* Concurrent validity between a portable force plate and instrumented walkway when measuring limits of stability. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 25, n. 6, p. 272-278. 2018. DOI: 10.12968/ijtr.2018.25.6.272
- BLANCHET, M.; PRINCE, F.; MESSIER, J. Development of postural stability limits: Anteroposterior and mediolateral postural adjustment mechanisms do not follow the same maturation process. **Human Movement Science**, v. 63, p. 164-171, fev. 2019.
- BOJANEK, E. K. *et al.* Postural control processes during standing and step initiation in autism spectrum disorder. **Journal of Neurodevelopmental Disorders**, v. 12, n. 1, p. 1-13, jan. 2020.
- CAMARGO, M. R.; FREGONESI, C. E. P T. Feet Afferent Information Importance to Postural Control. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 1, p. 165-170, 2011.
- CARVALHO, R. L.; ALMEIDA, G. L. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. **Revista Neurociências**, v. 17, n. 2, p. 156–160, jun. 2009.
- CENCI, J. **Alterações sensoriais no transtorno do espectro autista**. 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=X4p7OoOjR9s>>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- CORDEIRO, E. S. G. *et al.* Bibliometric analysis of the literature on postural balance in children with Autism Spectrum Disorder. **Revista CEFAC**, v. 22, n. 2, 2020.
- COSTA, C. S. N.; BATISTÃO, M. V.; ROCHA, N. A. C. F. Quality and structure of variability in children during motor development: A systematic review. **Research in Developmental Disabilities**, v. 34, n. 9, p. 2810-2830, set. 2013.
- DOWNEY, R.; RAPPORT, M. J. K. Motor Activity in Children With Autism. **Pediatric Physical Therapy**, v. 24, n. 1, p. 2-20, 2012.
- DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Artigo de revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-192, 2010.

FERRONATO, P. A. M.; BARELA, J. A. Age-related changes in postural control: Rambling and trembling trajectories. **Motor Control**, v. 15, n. 4, p. 481-493, out. 2011.

FISHER, A. *et al.* Brief report: Postural balance and daily living skills in children and adolescents with autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 48, n. 9, p. 3210-3215, 3 set. 2018.

FONG, S. M. *et al.* Direction-specific impairment of stability limits and falls in children with developmental coordination disorder: Implications for rehabilitation. **Gait & Posture**, v. 43, p. 60-64, 2016. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.10.026

FOURNIER, K. A. *et al.* Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. **Gait & Posture**, v. 32, n. 1, p. 6-9, 2010.

FUNAHASHI, Y.; KARASHIMA, C.; HOSHIYAMA, M. Compensatory postural sway while seated posture during tasks in children with autism spectrum disorder. **Occupational therapy international**, v. 21, n. 4, p. 166-175, dez. 2014.

GARCÍA-LIÑEIRA, J. *et al.* Influence of visual information and sex on postural control in children aged 6–12 years assessed with accelerometric technology. **Diagnostics**, v. 11, n. 4, abr. 2021.

GIBSON, E J.; PICK, A. D. **An ecological approach to perceptual learning and development**. New York: Oxford University Press, 2000.

GRAHAM, S. A. *et al.* The Influence of Task Difficulty and Participant Age on Balance Control in ASD. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 45, n. 5, p. 1419-1427, 2015.

GREEN, D. *et al.* Brief report: DSM-5 sensory behaviours in children with and without an autism spectrum disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 46, n. 11, p. 3597-3606, nov. 2016.

GUEDES, G. P.; GUEDES, J. E. R. P. Measuring physical activity in brazilian youth: reproducibility and validity of the PAQ-C and PAQ-A. **Rev Bras Med Esporte**, v. 21, n. 6, 2015. DOI: 10.1590/1517-869220152106147594

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v. 35, n. S2, set. 2006.

HORAK, F. B.; KLUZIK, J.; HLAVACKA, F. Velocity dependence of vestibular information for postural control on tilting surfaces. **Journal of Neurophysiology**, v. 116, n. 3, set. 2016. DOI: 10.1152/jn.00057.2016.

IVANENKO, Y.; GURFINKEL, V. S. Human postural control. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, n. 171, p. 1-9, mar. 2018.

KAUR, M.; SRINIVASAN, S. M.; BHAT, A. N. Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). **Research in Developmental Disabilities**, v. 72, p. 79-95, jan. 2018.

- KIRSHENBAUM, N.; RIACH, C. L.; STARKES, J. L. Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. **Exp Brain Res.**, v. 140, p. 420-431, 2001. DOI: 10.1007/s002210100835
- KOHEN-RAZ, R.; VOLKMAR, F. R.; COHEN, D. J. Postural Control in Children with Autism. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 22, n. 3, p. 419-432, 1992.
- KOLIC, J. *et al.* Understanding the impact of age, gender, height and body mass index on children's balance. **Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics**, v. 109, n. 1, p. 175-182, 2019. DOI: 10.1111/apa.14933
- LE MENN-TRIPI, C. *et al.* Sensory-psychomotor evaluation in Autism: A new tool for functional diagnosis. **Encephale**, v. 45, n. 4, p. 312-319, set. 2019.
- LIM, Y. H. *et al.* Standing Postural Control in Individuals with Autism Spectrum Disorder: Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 47, n. 7, p. 2238-2253, jul. 2017.
- LORD, C. *et al.* Autism spectrum disorder. **The Lancet**, v. 392, n. 10146, p. 508-520, ago. 2018.
- MALTA, M. *et al.* Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559-565, jun. 2010.
- MCCOLLUM, G.; LEEN, T. K. Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. **J Mot Behav**, v. 21, p. 225-244, 1989.
- MARTELLI, R.; TRAEBERT, J. Descriptive study of backbone postural changes in 10 to 16 year-old school children. **Rev Bras Epidemiol**, v. 9, n. 1, p. 87-93, 2006.
- MASI, A. *et al.* An Overview of autism spectrum disorder, heterogeneity and treatment options. **Neuroscience Bulletin**, v. 33, n. 2, p. 183-193, abr. 2016.
- MILLER, H. L. *et al.* Children with Autism Spectrum Disorder, Developmental Coordination Disorder, and typical development differ in characteristics of dynamic postural control: A preliminary study. **Gait and Posture**, v. 67, p. 9-11, jan. 2019.
- MILLER, H. L. *et al.* Movement smoothness during dynamic postural control to a static target differs between autistic and neurotypical children. **Gait & posture**, v. 99, p. 76-82, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.10.015>
- MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 19, n. 2, p. 11-18, 2006.
- MOLLOY, C. A.; DIETRICH, K. N.; BHATTACHARYA, A. Postural Stability in Children with Autism Spectrum Disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 33, n. 6, p. 643-652, 2003.
- ORENDORZ-FRĄCZKOWSKA, K.; KUBACKA, M. The development of postural control in 6–17 old years healthy children. Part II Postural control evaluation – Limits

of Stability Test (LOS) in 6–17 old year children. **Otolaryngologia Polska**, v. 74, n. 4, p. 18-24, 2020. DOI: 10.5604/01.3001.0013.8594

PALMIERI, R. M.; INGERSOLL, C. D.; STONE, M. B.; KRAUSE, B. A. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. **J Sport Rehabil. Human Kinetics Publishers**, v. 11p. 51-66, 2002.

PATEL, M.; FRANSSON, P. A., LUSH, D.; GOMEZ, S. The effect of foam surface properties on postural stability assessment while standing. **Gait & Posture**, v. 28, n. 4, p. 649-656, 2008. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2008.04.018

PAVÃO, S. L. *et al.* Functionality level and its relation to postural control during sitting-to-stand movement in children with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 2, p. 50-511, fev. 2014.

PAVÃO, S. L. *et al.* Use of sensory information during postural control in children with cerebral palsy: Systematic review. **Journal of Motor Behavior**, v. 47, n. 4, p. 291-301, jul. 2015.

PETERKA, R. J. *et al.* Implementation of a central sensorimotor integration test for characterization of human balance control during stance. **Frontiers in Neurology**, v. 9, n. 1045, p. 1-21, dez. 2018.

POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. **Jornal de Pediatria**, v. 94, n. 4, p. 342-350, jul. 2018.

PROTOKINETICS MOVEMENT ANALYSIS SOFTWARE (PKMAS). **Measurements and Definitions**. Version 5.09c3. 2021.

QUIJOUX, F. *et al.* A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code*. **Physiological Reports American Physiological Society**, nov. 2021.

RIACH, C. L.; STARKES, J. L. Stability limits of quiet standing postural control in children and adults. **Gait & Posture**, v. 1, p. 105-111, 1994.

RICHARDSON, J. T. E. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. **Educational Research Review**, v. 6, n. 2, p. 135-147, jan. 2011.

RIDDIFORD-HARLAND, D. L.; STEELE, J. R.; BAUR, L. A. Upper and lower limb functionality: Are these compromised in obese children? **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 1, n. 1, p. 42-49, 2006.

RINALDI, N. M.; POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Age-related changes in postural control sensory reweighting. **Neuroscience Letters**, v. 467, n. 3, p. 225-229, dez. 2009.

SALVADOR-GARCIA, C. *et al.* Dynamic balance improvement in children with Autism Spectrum Disorder after an extracurricular Service-Learning Physical Education program. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 26, n. 1, 2022.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: Teoria e aplicações práticas**. 3. ed. Barueri: Manole, 2010.

SOARES, A. V. The visual contribution for the postural control. **Rev Neurocienc.**, v. 18, n. 3, p. 370-379, 2010.

SOBERA, M.; SIEDLECKA, B.; SYCZEWSKA, M. Posture control development in children aged 2–7 years old, based on the changes of repeatability of the stability indices. **Neuroscience Letters**, v. 491, p. 13-17, 2011. DOI: 10.1016/j.neulet.2010.12.061

SOUZA, R. F.; NUNES, D. R. P. Transtornos do processamento sensorial no autismo: algumas considerações. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1-17, mar. 2019.

STINS, J. F., EMCK, C. Balance Performance in Autism: a brief overview. **Frontiers In Psychology**, v. 9, n. 901, p. 1-6, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00901

SUAREZ, M. A. Sensory processing in children with autism spectrum disorders and impact on functioning. **Pediatric Clinics of North America**, v. 59, n. 1, p. 203-214, fev. 2012.

TEDLA, J. *et al.* Normative Reference Values for Functional, Lateral, and Oblique Direction Reach Tests in Saudi Children Aged Six to 15 Years Old and Psychometric Properties of the Oblique Direction Reach Test. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, v. 24, n. 4, p. 576-583, 2021.

TOMAZ, A. *et al.* Postural control in underachieving students. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 80, n. 2, p. 105-110, mar. 2014.

VERNAZZA-MARTIN, S. *et al.* Goal Directed Locomotion and Balance Control in Autistic Children. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 35, n. 1, p. 91-102, 2005.

WANG, Z. *et al.* Postural orientation and equilibrium processes associated with increased postural sway in autism spectrum disorder (ASD). **Journal of Neurodevelopmental Disorders**, v. 8, n. 1, p. 43, dez. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTRATÉGIA DE BUSCA

PUB MED

#1 All topics

((autism OR ASD OR “Autism Spectrum Disorder”) AND (children OR adolescent)) AND (“postural control” OR “postural oscillation” OR “posture regulation” OR “equilibrium” OR “balance” OR “body sway”)

#2 Title Abstract

((“autism”[Title/Abstract] OR “ASD” [Title/Abstract] OR “Autism Spectrum Disorder” [Title/Abstract] AND (children[Title/Abstract] OR adolescent[Title/Abstract])) AND (“postural control”[Title/Abstract] OR “postural oscillation”[Title/Abstract] OR “posture regulation” [Title/Abstract] OR “equilibrium” [Title/Abstract] OR “balance” [Title/Abstract] OR “body sway” [Title/Abstract])

WEB OF SCIENCE

TS=((“autism” OR “ASD” OR “Autism Spectrum Disorder”) AND (“children” OR “adolescent”) AND (“postural control” OR “postural oscillation” OR “posture regulation” OR “equilibrium” OR “balance” OR “body sway”))

586

AB=((“autism” OR “ASD” OR “Autism Spectrum Disorder”) AND (“children” OR “adolescent”) AND (“postural control” OR “postural oscillation” OR “posture regulation” OR “equilibrium” OR “balance” OR “body sway”))

256

SCOPUS

ALL (“autism” OR “ASD” OR “Autism Spectrum Disorder”) AND (“children” OR “adolescent”) AND (“postural control” OR “postural oscillation” OR “posture regulation” OR “equilibrium” OR “balance” OR “body sway”))

17774

TITLE-ABS-KEY (("AUTISM" OR "ASD" OR "AUTISM SPECTRUM DISORDER") AND ("CHILDREN" OR "ADOLESCENT") AND ("POSTURAL CONTROL" OR "POSTURAL OSCILLATION" OR "POSTURE REGULATION" OR "EQUILIBRIUM" OR "BALANCE" OR "BODY SWAY"))

635

EMBASE

('autism'/exp OR 'autism' OR 'asd'/exp OR 'asd' OR 'autism spectrum disorder'/exp OR 'autism spectrum disorder') AND ('children'/exp OR 'children' OR 'adolescent'/exp OR 'adolescent') AND ('postural control'/exp OR 'postural control' OR 'postural oscillation' OR 'posture regulation' OR 'equilibrium'/exp OR 'equilibrium' OR 'balance'/exp OR 'balance' OR 'body sway'/exp OR 'body sway') AND [humans]/lim AND [embase]/lim

684

('autism':ti,ab OR 'asd':ti,ab OR 'autism spectrum disorder':ti,ab) AND ('children':ti,ab OR 'adolescent':ti,ab) AND ('postural control':ti,ab OR 'postural oscillation':ti,ab OR 'posture regulation':ti,ab OR 'equilibrium':ti,ab OR 'balance':ti,ab OR 'body sway':ti,ab) AND [humans]/lim AND [embase]/lim

296

APÊNDICE B – PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS DAS MÃES E CRIANÇAS/ADOLESCENTES

1. NOME DA CRIANÇA/ADOLESCENTE: _____
2. DATA DE NASCIMENTO: _____
3. SEXO: () Masculino; () Feminino
4. NOME DO PAI: _____
5. NOME DA MÃE: _____
6. TELEFONE: _____
7. ENDEREÇO, BAIRRO E CIDADE: _____
8. DIAGNÓSTICO CLÍNICO: _____
9. BREVE HISTÓRICO (pré, peri e pós-natal): _____

COMPOSIÇÃO FAMILIAR

1. PAIS: () não houve relacionamento estável; () casados; () separados
2. Se não houve relacionamento estável ou são separados, qual o status de relacionamento atual de ambos?
3. Número de filhos do casal: _____
4. Idade: _____
5. Relação da família com a criança? () adequada; () rejeição; () superproteção; () exigência em demasia; () indiferença
6. Aceitação da família?

CONDIÇÕES DA GESTAÇÃO

1. Com que idade engravidou? _____
2. Foi programada? () sim; () não
3. Fez pré-natal? () sim; () não
4. Doença? () sim; () não
5. Qual: _____
6. Qual medicamento usou? _____
7. Hemorragia? () sim; () não
8. Aborto? () sim; () não

9. Parto: () normal; () cesárea; () prematuro
10. Se prematuro, quantas semanas?

CONDIÇÕES DO NASCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

1. Aleitamento: () seio; () mamadeira/seio; () mamadeira
2. Controle de cervical: () sim; () não
3. Controle de tronco: () sim; () não
4. Rolar: () sim; () não
5. Engatinhar: () sim; () não
6. Deambular: () sim; () não
7. Desenvolvimento motor: () típico; () atípico
8. Situação do sono: () agitado; () tranquilo; () oscilante
9. Déficit visual: () sim; () não
10. Usa óculos: () sim; () não
11. Déficit auditivo? () sim; () não
12. Usa aparelho auditivo? () sim; () não
13. Déficit cognitivo? () sim; () não
14. Distúrbio de compreensão? () sim; () não
15. Atividades da vida diária: () apresenta autonomia; () necessita de auxílio

SITUAÇÃO ESCOLAR E DE INTEGRAÇÃO

1. Frequenta escola: () regular; () especial
2. Qual é a escola? _____
3. Com que idade começou a frequentar a escola? _____
4. Adaptou-se bem? () sim; () não
5. Apresenta facilidade nas relações pessoais e interpessoais? () sim; () não
6. A família participa da vida escolar? () sim; () não
7. O nível de aprendizagem desenvolvida corresponde à série e a idade cronológica? () sim; () não
8. Organiza um tempo específico para os estudos? () sim; () não
9. Faz atividades extracurriculares? Quais?

APÊNDICE C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO FÍSICA

1. Peso: _____

2. Altura: _____

3. IMC: _____

4. Mensuração

MI-D: _____

MI-E: _____

5. Faz uso de alguma medicação: () sim () não

Qual? _____

6. Realiza alguma outra terapia? _____