



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO RIO SÃO FRANCISCO

COLEGIADO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Efeitos de 24 semanas de intervenção com realidade virtual associada a abordagem coordenativa em circuito no desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com transtorno do espectro do autismo nível I: um ensaio clínico randomizado.

Fernando de Aguiar Lemos

Projeto de pesquisa vinculado ao

Grupo de Pesquisa em Plasticidade Neuromotora - GPPN

PETROLINA

2025

Efeitos de 24 semanas de intervenção com realidade virtual associada a abordagem coordenativa em circuito no desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com transtorno do espectro do autismo nível I: um ensaio clínico randomizado.

**Projeto de Pesquisa para
submissão ao Comitê de Ética
e Pesquisas CEP/HU-UNIVASF**

Prof. Dr. Fernando de Aguiar Lemos

PETROLINA

2025

Resumo

Introdução: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por dificuldades na comunicação, interação social e comportamentos repetitivos. A Realidade Virtual (RV) tem emergido como uma ferramenta promissora para intervenções personalizadas, promovendo o desenvolvimento motor, cognitivo e socioemocional. Além disso, a Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC) tem sido aplicada com sucesso no aprimoramento das habilidades motoras e cognitivas, proporcionando uma estrutura progressiva e adaptável. **Objetivos:** O objetivo geral deste estudo é verificar os efeitos de uma intervenção combinada de RV e ACC no desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com TEA nível I ao longo de 24 semanas. Os objetivos específicos incluem comparar motricidade fina, controle postural, atenção, tomada de decisão, autorregulação e fatores de saúde entre grupos de intervenção e controle, além de monitorar a frequência cardíaca durante os testes. **Métodos:** Este ensaio clínico randomizado envolverá 24 participantes (12 no grupo experimental e 12 no grupo controle). A intervenção será composta por 12 semanas de treinamento com RV, realizadas duas vezes por semana, com duração de 20 a 30 minutos, seguidas por 12 semanas de ACC, estruturadas para progressão gradativa das habilidades motoras e cognitivas. Antes da aplicação da ACC, o grupo controle realizará sessões de alongamento de 10 minutos para manter a equivalência do tempo de exposição. As avaliações serão conduzidas em três momentos: pré-intervenção, pós-intervenção e follow-up de 12 semanas, utilizando testes padronizados para análise das variáveis de interesse. **Análise Estatística:** A análise dos dados será conduzida no software JAMOV, utilizando modelos mistos lineares para comparações longitudinais, regressão múltipla para identificação de preditores de desempenho e testes t de Student ou Mann-Whitney para comparações intergrupos, de acordo com a normalidade dos dados. O nível de significância adotado será $p < 0,05$. **Resultados Esperados:** Espera-se que o grupo de intervenção apresente melhorias significativas em coordenação motora, atenção, controle postural, tomada de decisão, autorregulação e estabilidade da frequência cardíaca, quando comparado ao grupo controle. A combinação da RV com a ACC pode potencializar os ganhos motores e cognitivos, proporcionando um impacto positivo na adaptação das crianças às demandas do dia a dia. **Conclusão:** Os achados deste estudo poderão fundamentar intervenções mais acessíveis e eficazes, contribuindo para práticas clínicas e educacionais personalizadas e políticas públicas voltadas à inclusão digital e ao desenvolvimento infantil. Além disso, os resultados podem reforçar a aplicabilidade da RV e da ACC como estratégias combinadas para otimizar o aprendizado motor e cognitivo de crianças com TEA nível

Lista de Abreviações

ACC: Abordagem Coordenativa em Circuito

AC: Teste de Atenção Concentrada

ADOS-2: Autism Diagnostic Observation Schedule – Segunda Edição

ATEC: Autism Treatment Evaluation Checklist

CARS: Childhood Autism Rating Scale

CEFIS: Colegiado de Educação Física

CoM: Centro de Massa

CoP: Centro de Pressão

DSM-5: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - 5ª Edição

EFM: Escala de Fadiga Mental

FC: Frequência Cardíaca

HMD: Head-Mounted Display

IAPS: International Affective Picture System

IDT: Índice de Dificuldade da Tarefa

IDC: Índice de Dificuldade do Circuito Motor

IQR: Amplitude Interquartil

PAQ-C: Physical Activity Questionnaire for Children

QEU-RV: Questionário de Experiência de Uso de Realidade Virtual

RMSSD: Root Mean Square of Successive Differences

RV: Realidade Virtual

SDNN: Standard Deviation of NN intervals

TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TAC: Teste de Atenção por Cancelamento

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TEA: Transtorno do Espectro do Autismo

UNIVASF: Universidade Federal do Vale do São Francisco

VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca

WBB: Wii Balance Board

Tabela 1. Equipe de pesquisadores com suas respectivas formações profissionais e funções no projeto de pesquisa.

Nome do pesquisador	Formação	Função
FERNANDO DE AGUIAR LEMOS	Doutorado em Ciências do Movimento Humano Graduação em Educação Física Graduando em Ciências da Computação	-Escrita do projeto; -Coordenação do projeto na área de tecnologia e Aprendizagem Motora -Desenvolvimento de rotinas matemáticas - Desenvolvimento do Jogo de Realidade Virtual -Análise estatística; -Escrita de artigos; -Treinamento da equipe
NATALIA BATISTA ALBUQUERQUE GOULART LEMONS	Doutorado em Educação Física Graduação em Educação Física	-Escrita do projeto; -Coordenação do projeto na área de Desenvolvimento Motor e Autorregulação; -Supervisão do treinamento em Realidade Virtual -Escrita de artigos. -Treinamento da equipe
CLARICE MARIA DE LUCENA MARTINS	Doutorado em Educação Física Graduação em Educação Física	-Coordenação do projeto na área de Comportamento de Movimento;
JOSÉ FERNANDO VILA NOVA DE MORAES	Doutorado em Educação Física Graduação em Educação Física	-Coordenação do projeto na área de Comportamento de Movimento;
KAROLINY TEIXEIRA SANTOS	Mestre em Ciências da Saúde Graduação em Terapia Ocupacional	-Escrita de artigos. - Aplicação de todos os testes para rastreio do Transtorno do Espectro Autista; - Randomização; -Treinamento da equipe
GRACIANO JOAN XAVIER DE LIMA	Mestre em Ciências da Saúde Graduação em Enfermagem Graduação em Educação Física	-Escrita de artigos. - Rastreio de Medicamentos - Escrita de artigos -Treinamento da equipe
ANTONIO VICTOR DE CARVALHO BRITO	Graduando em Educação Física	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
JÔNATAS ISMAR DOS SANTOS MOURA	Graduando em Psicologia	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
ANA CAROLINA GOMES RABELO	Graduanda em Psicologia	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
BÁRBARA VITÓRIA SILVA DO NASCIMENTO	Graduanda em Educação Física	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
YASMIN VICTORIA SOUSA	Graduanda em	Coleta de dados; Intervenção e

MARTINS	Educação Física e Psicologia	Escrita de Trabalhos Científicos
ANA CECÍLIA PEREIRA GOMES	Graduanda em Educação Física	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
HÉRCULES MATHEUS GONÇALVES NUNES	Graduando em Medicina	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
ÉRICA EMANUELLA BEZERRA ARAÚJO	Graduando em Educação Física	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos
EMILLE CAVALCANTE DE OLIVEIRA	Graduando em Educação Física	Coleta de dados; Intervenção e Escrita de Trabalhos Científicos

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO GERAL	9
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. JUSTIFICATIVA	13
4. METODOLOGIA	15
4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO	15
4.2 RECRUTAMENTO DA AMOSTRA.....	16
4.2.1 Estratégia de divulgação	16
4.2.2 Divulgação ampla.....	16
4.2.3 Material informativo	17
4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO, DE NÃO INCLUSÃO E EXCLUSÃO	17
4.4 PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA	18
4.5 TIPO E DELINEAMENTO DO ESTUDO	19
4.6 CÁLCULO AMOTRAL	21
4.7 DESENHO EXPERIMENTAL.....	23
4.7.1 Período de adaptação	24
4.8 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	24
4.8.1 Instrumentos a serem respondidos pelos pais	24
4.8.2 Avaliações realizadas pelas crianças e adolescentes.....	27
4.9 MÉTODOS DE TREINAMENTO COM REALIDADE VIRTUAL	39
4.9.1 Local, dispositivos e pré-preparação	39
4.9.2 Protocolo de pesquisa.....	39
4.9.3 Acompanhamento da reabilitação habitual das crianças do grupo controle	Erro! Indicador não definido.
5. RISCOS, MITIGAÇÃO DE RISCOS E BENEFÍCIOS	45
5.1 RISCOS E MITIGAÇÃO DE RISCOS DAS AVALIAÇÕES	45

5.2 RISCOS E MITIGAÇÃO DE RISCOS RELACIONADOS A INTERVENÇÃO COM REALIDADE VIRTUAL.....	50
1. Exposição Prolongada à RV	50
2. Reações Emocionais Negativas.....	50
3. Falhas Técnicas e Desconforto com o Equipamento	51
4. Sentimento de Exclusão no Grupo Controle (Sem RV)	51
5.3 BENEFÍCIOS	53
5.3.1 Benefícios diretos aos participantes e famílias.....	53
5.3.2 Benefícios indiretos aos participantes e famílias.....	54
6.0 ASPECTOS ÉTICOS GERAIS.....	55
6.1 GARANTIAS ÉTICAS AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	55
6.2 COMPROMISSO, SIGILO, ASSISTÊNCIA, INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO	56
7.0 CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA	56
8.0 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	57
9.0 RELEVÂNCIA SOCIAL.....	57
10.0 ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
11.0 CRONOGRAMA	60
12.0 ORÇAMENTO	61
13.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição neurodesenvolvimental caracterizada por dificuldades na comunicação, interação social e padrões comportamentais restritivos e repetitivos, apresentando ampla variabilidade nos sintomas e nas necessidades de suporte (WHO, 2022; Zwaigenbaum et al., 2015). A prevalência global é estimada em aproximadamente 1% da população infantil, sendo mais comum em meninos (WHO, 2022). Embora sinais precoces possam ser observados antes dos seis meses, como alterações motoras e sensoriais (Jones & Klin, 2013), o diagnóstico é frequentemente tardio, limitando o acesso a intervenções precoces. Além das dificuldades sociais e comportamentais, anormalidades motoras, como déficits de coordenação e destreza manual, são frequentemente relatadas e podem anteceder os sintomas comportamentais, sugerindo seu potencial como biomarcadores (Bhat, 2021; Licari et al., 2020). O TEA é classificado pelo DSM-5 em três níveis de suporte, variando conforme a intensidade das dificuldades apresentadas. No nível 1, os indivíduos necessitam de suporte para lidar com desafios na comunicação social e comportamentos inflexíveis; no nível 2, as demandas são mais substanciais, exigindo intervenções mais intensivas; e no nível 3, há necessidade de suporte muito intenso devido a limitações severas na comunicação, interação social e adaptabilidade comportamental (American Psychiatric Association, 2013). Essa categorização orienta a elaboração de intervenções personalizadas, considerando as necessidades individuais.

O avanço das tecnologias digitais tem transformado significativamente as abordagens de avaliação e intervenção nos transtornos do neurodesenvolvimento. Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) surge como uma ferramenta promissora, proporcionando ambientes imersivos e controlados para a prática de habilidades socioemocionais, cognitivas e motoras, além de possibilitar a mensuração objetiva do desempenho do usuário (Ali et al., 2023). Diferente do uso passivo de dispositivos eletrônicos, a RV permite interações dinâmicas e personalizáveis, ajustando estímulos conforme as necessidades individuais da criança (Lahiri, Warren & Das, 2011). Crianças com TEA frequentemente apresentam hipersensibilidade ou

hipossensibilidade sensorial, tornando as interações em ambientes reais desafiadoras. A RV possibilita o controle da intensidade de sons, cores, luzes e interações, criando um espaço seguro para a prática de habilidades (Bekele et al., 2013; Minissi et al., 2021). Além disso, a RV estimula funções cognitivas como atenção, memória de trabalho e controle inibitório, ao mesmo tempo que favorece o desenvolvimento emocional e social. Cenários simulados podem incluir situações do cotidiano, como conversas em grupo, atividades escolares e interações em espaços públicos, permitindo que a criança pratique habilidades sociais com feedback em tempo real (Parsons, 2016; Bhat, 2021). Estudos demonstram que a RV pode ser eficaz na avaliação e intervenção em crianças com TEA, promovendo melhorias no reconhecimento facial, na atenção compartilhada e na autorregulação emocional. Intervenções utilizando Head-Mounted Displays (HMDs) associadas a técnicas de rastreamento ocular têm demonstrado alta aceitabilidade e eficácia no monitoramento do engajamento e da resposta visual das crianças (Newbutt, Flynn & Huang, 2016). Além disso, a RV permite a coleta de dados precisos, como tempo de resposta, padrões de movimento e níveis de engajamento, possibilitando o acompanhamento contínuo da evolução dos participantes e a personalização das intervenções conforme suas necessidades individuais (Virtual-reality-based techniques, 2023).

No presente projeto, a RV será utilizada previamente à prática de exercícios coordenativos, desempenhando um papel de neuromodulador cognitivo-motor e otimizando o preparo motor e cognitivo para a execução da Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC). A ACC, criada em 2017, é um método estruturado de exercícios organizados em sequência, com complexidade gradativa cognitivo-motora, visando aprimorar controle motor, atenção e tomada de decisão. Esse método já foi aplicado com sucesso em idosos (Projeto de Extensão) e crianças com TEA (Projeto de Mestrado), resultando na publicação de artigos e resumos científicos que validam sua efetividade em diferentes públicos. O presente estudo comparará dois grupos de crianças com TEA, sendo um grupo que realizará estimulação cognitivo-motora com RV antes da ACC e um grupo controle, no qual as crianças realizarão apenas exercícios de alongamento antes da ACC. A principal hipótese do estudo é que a estimulação cognitivo-motora proporcionada pela

RV aumentará a adaptação e o desempenho das crianças na ACC, tornando o aprendizado motor mais eficiente.

Um diferencial dessa abordagem é a capacidade da RV de personalizar os estímulos conforme as necessidades individuais das crianças. Embora todas as participantes sejam classificadas como nível 1 de TEA, há variações comportamentais e cognitivas que impactam suas respostas à intervenção. A RV permite modular a complexidade dos desafios, promovendo um ajuste adaptativo antes da transição para um ambiente físico não virtual, como a ACC. Dessa forma, a integração entre RV e ACC possibilita uma intervenção mais inclusiva e eficaz, potencializando os ganhos motores e cognitivos das crianças com TEA. Compreender as aplicações da RV em contextos clínicos e educacionais é essencial para potencializar seus benefícios e ampliar sua utilização em programas de intervenção personalizados. O presente estudo propõe utilizar a RV para explorar habilidades cognitivas, emocionais e motoras em crianças com TEA, simulando atividades do cotidiano e gerando métricas que auxiliem no direcionamento de diagnósticos e no planejamento de intervenções personalizadas. Além disso, a RV representa uma alternativa acessível e escalável, podendo ser implementada em escolas, centros de reabilitação e unidades de saúde. Sua aplicação não apenas promove o desenvolvimento infantil, mas também fornece dados valiosos para a formulação de políticas públicas voltadas ao TEA. Dessa forma, a RV se apresenta como uma ferramenta inovadora e baseada em evidências, contribuindo para a inclusão e o desenvolvimento global de crianças com TEA, ao mesmo tempo que possibilita um planejamento terapêutico mais eficaz, personalizado e mensurável.

2. OBJETIVO GERAL

Verificar os efeitos de uma intervenção de 24 semanas com Realidade Virtual (RV) associada a ACC no desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) nível I.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Todos os objetivos específicos serão realizados pré-intervenção, pós-intervenção.

1. Comparar a motricidade fina e a coordenação manual entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
2. Comparar o desempenho do controle postural quase-estático entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
3. Comparar o desempenho dos parâmetros de marcha entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
4. Comparar o desempenho cognitivo, nível de atenção e tomada de decisão entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
5. Comparar o desempenho da autorregulação comportamental e da capacidade socioemocional entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
6. Avaliar e comparar como fatores de saúde – nível de Atividade física, tempo de exposição a telas e horas de sono – influenciam o desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de

- crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle;
7. Monitorar a frequência cardíaca (FC) e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a intervenção com RV e em testes cognitivos e motores de crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle;
 8. Monitorar o padrão de fala de crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle e sua relação com os desfechos motores, cognitivos, comportamentais e socioemocionais.
 9. Comparar o desempenho cognitivo, nível de função executiva entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle;
 10. Investigar como fatores contextuais – características sociodemográficas, uso de medicamentos, quantidade/tipo de terapias e dados clínicos – se relacionam com o desempenho, engajamento e resultados comportamentais das crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle.

3. JUSTIFICATIVA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição neurodesenvolvimental com impactos significativos na cognição, motricidade, comportamento, interação social e desempenho acadêmico. A complexidade e a heterogeneidade do transtorno exigem intervenções personalizadas que atendam às necessidades específicas das crianças, especialmente nas áreas de autorregulação emocional, funções executivas, habilidades motoras e sociais. Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) tem emergido como uma ferramenta promissora por oferecer ambientes controlados e imersivos, permitindo intervenções adaptadas às características individuais e o monitoramento detalhado do desempenho em múltiplas dimensões.

Pesquisas têm mostrado que a RV pode estimular habilidades como atenção, tomada de decisão, autorregulação emocional e controle motor, além de promover o engajamento e a adesão às atividades propostas (Schmidt & Glaser, 2021; Peretti et al., 2024). No entanto, é essencial que essa ferramenta esteja integrada a abordagens motoras estruturadas que favoreçam a aplicação desses ganhos em ambientes reais. A Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC), criada em 2017, representa uma estratégia eficaz para esse propósito, pois organiza exercícios de forma sequencial e progressiva, promovendo desafios cognitivo-motores que favorecem o aprendizado motor e a adaptação funcional. Estudos prévios demonstraram sua eficácia em idosos e crianças com TEA, validando seu potencial como uma estratégia acessível e aplicável a diferentes contextos.

No presente estudo, a RV será utilizada previamente à ACC, desempenhando o papel de neuromodulador, preparando as crianças cognitivamente e motoramente para a execução dos exercícios coordenativos. Essa combinação pode otimizar a adaptação às atividades físicas e motoras, promovendo melhor desempenho na ACC. No entanto, é necessário considerar fatores ambientais que influenciam a adesão e os resultados das intervenções, como nível socioeconômico, oportunidades para atividade física, hábitos de sono e exposição a telas. Essa lacuna é especialmente relevante para crianças com TEA, considerando a diversidade das manifestações clínicas e a necessidade de abordagens que ofereçam suporte abrangente e mensurável.

A região do Vale do São Francisco abriga uma população diversificada que ainda é pouco contemplada em estudos sobre TEA. Além disso, intervenções com RV na região são escassas e, quando disponíveis, costumam ter alto custo, dificultando seu acesso. Investigar os efeitos da combinação entre RV e ACC nesse contexto permitirá a geração de dados regionais essenciais para o desenvolvimento de estratégias mais acessíveis e eficazes, alinhadas às realidades locais.

Dessa forma, a pesquisa visa não apenas enriquecer o conhecimento científico, mas também oferecer subsídios para intervenções mais eficazes, inclusivas e baseadas em evidências. O estudo poderá contribuir para o desenvolvimento infantojuvenil e apoiar políticas públicas voltadas à promoção

da saúde, ao acesso equitativo a tecnologias educacionais e terapêuticas e à implementação de estratégias inovadoras para crianças com TEA.

4. METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo será realizado no Colegiado de Educação Física (CEFIS) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

As inscrições dos participantes e à randomização dos grupos ocorrerão em salas climatizadas, equipadas com mesas, cadeiras e água mineral. No CEFIS, a sala a qual será utilizada possui capacidade para até 150 pessoas.

As avaliações dos participantes também serão realizadas em salas reservadas e climatizadas. No caso de avaliações que utilizem questionários, as atividades ocorrerão em salas específicas, organizadas com mesas, cadeiras, divisórias móveis e computadores, de modo a preservar a privacidade e o conforto dos participantes durante o preenchimento das respostas. No CEFIS, o Laboratório de Biomecânica será utilizado para testes biomecânicos, cognitivos e funcionais, com a organização de biombos móveis para delimitar os espaços necessários às atividades.

A intervenção com RV e ACC ocorrerá na sala de lutas que tem a disposição tatames e áreas delimitadas, as quais serão monitoradas por profissionais capacitados. Medidas de segurança, como, a ausência de obstáculos e monitores auxiliando no cuidado para evitar qualquer tipo de lesão no participante serão implementadas, garantindo a segurança e o conforto dos participantes durante as atividades.

Além disso, as palestras e sessões de devolutiva dos resultados aos responsáveis também serão realizadas em salas climatizadas, equipadas com computadores, projetores multimídia e cadeiras confortáveis. Esses espaços serão utilizados para apresentar os avanços das crianças durante o projeto,

orientar os responsáveis sobre os resultados obtidos e fornecer informações complementares sobre o impacto da intervenção.

4.2 RECRUTAMENTO DA AMOSTRA

O recrutamento da amostra será realizado de forma direcionada, com estratégias que garantam a seleção de participantes alinhados aos objetivos do estudo. Serão recrutados crianças e adolescentes com diagnóstico de TEA nível I, com idades compreendidas entre 10 e 16 anos, de ambos os sexos, residentes na região do Vale do São Francisco. Optou-se por idades acima de 10 anos por recomendações e especificações técnicas da META para a utilização dos óculos Meta Quest Pro. O recrutamento será conduzido considerando critérios éticos e o público-alvo específico, conforme descrito abaixo:

4.2.1 Estratégia de divulgação

Divulgação Específica:

Associações e Instituições: Contato com associações de apoio a crianças com TEA e suas famílias, clínicas pediátricas, escolas inclusivas e regulares, bem como centros de atendimento especializado na região.

Profissionais de Saúde: Parcerias com neuropediatras, psicólogos, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e outros profissionais que atendam crianças com TEA.

Escolas: Envolvimento de escolas inclusivas e regulares para a identificação de possíveis participantes.

4.2.2 Divulgação ampla

Mídias Locais: Utilização de veículos de comunicação locais, como TV Caatinga, rádios, jornais e redes sociais, para informar sobre o estudo.

4.2.3 Material informativo

Todo o material de divulgação incluirá a) descrição dos objetivos do estudo e a importância de investigar os efeitos da RV na cognição, motricidade, comportamento e engajamento de crianças com TEA e típicas; b) Informações sobre os procedimentos do estudo, possíveis benefícios e garantia de sigilo e ética; c) Critérios de inclusão e exclusão de participantes; d) Contato da equipe de pesquisa para dúvidas e orientações.

4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO, DE NÃO INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Critérios de Inclusão:

1. Crianças e adolescentes, de ambos os sexos, com idade entre 10 e 16 anos, que sejam alfabetizadas;
2. Crianças com diagnóstico confirmado de Transtorno do Espectro Autista (TEA) nível 1, mediante laudo médico ou avaliação especializada;
3. Disponibilidade para participar de todas as etapas do estudo (intervenções e coletas);
4. Consentimento formal dos responsáveis mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) assinado pelos participantes e Termo de autorização do uso de imagens assinado pelo responsável.

Critérios de Não Inclusão (Exclusão Inicial):

1. Presença de comorbidades neurológicas graves ou progressivas (ex.: epilepsia não controlada, paralisia cerebral severa, distrofias musculares);
2. Contraindicações médicas para a prática de atividades físicas ou exposição à Realidade Virtual (ex.: distúrbios vestibulares severos);
3. Crianças com déficits cognitivos severos que impeçam a compreensão ou execução das tarefas propostas;

4. Histórico de intolerância ou desconforto severo ao uso de óculos de Realidade Virtual (VR).

Critérios de Exclusão (Após Inclusão):

1. Ausência em mais de 3 sessões consecutivas ou frequência total inferior a 70% das atividades propostas;
2. Ocorrência de condições médicas ou eventos adversos de saúde durante o estudo que impeçam a continuidade da participação;
3. Dificuldade persistente de compreensão ou execução dos procedimentos experimentais;
4. Identificação de qualquer condição não informada anteriormente que contraindique a participação no estudo.

Em adição, todos os participantes com condições crônicas pré-existentes, como asma, diabetes ou doenças cardiovasculares, poderão participar apenas mediante apresentação de atestado médico autorizando a prática das atividades propostas e a participação nos testes pré e pós-intervenção.

4.4 PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA

Os responsáveis pelas crianças/adolescentes com potencial participação no estudo serão convidados a participar da pesquisa após serem devidamente informados sobre todos os aspectos relevantes do projeto. Durante a etapa de convite, serão apresentados de forma clara e acessível os objetivos, métodos, potenciais benefícios, possíveis riscos, e os procedimentos envolvidos na pesquisa, bem como os direitos e deveres dos participantes. Na ocasião, também serão apresentadas todas as atividades que serão desenvolvidas no projeto na forma de um vídeo, sendo demonstrado por uma criança.

Os responsáveis terão a oportunidade de esclarecer todas as dúvidas antes de decidirem sobre a participação da criança/adolescente no estudo. Após esses esclarecimentos e a confirmação de interesse em colaborar livre e espontaneamente, os responsáveis receberão uma cópia do Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este documento detalha todas as informações pertinentes à pesquisa e deve ser lido e compreendido antes de sua assinatura.

A participação da criança ou adolescente no estudo será formalizada apenas após a assinatura do TCLE e do Termo de Autorização para utilização de imagem e som e voz para fins de pesquisa pelos responsáveis, bem como após a assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pela criança/adolescente. A assinatura do TALE deverá ser acompanhada pelo responsável legal da criança/adolescente.

4.5 TIPO E DELINEAMENTO DO ESTUDO

Em relação a natureza da pesquisa: Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois busca compreender os efeitos de uma intervenção com RV sobre aspectos motores, cognitivos, socioemocionais e comportamentais em crianças com TEA nível I, com vistas a aperfeiçoar técnicas de intervenção e avaliação para essa população.

Em relação ao tratamento dos dados: Este estudo é considerado quantitativo, pois utiliza métricas objetivas para analisar o impacto da intervenção com RV e responder ao problema de pesquisa.

Em relação ao Método de estudo: Este estudo caracteriza-se como um ensaio clínico controlado randomizado com seguimento, envolvendo dois grupos principais: crianças com TEA nível I que serão alocadas de forma aleatória ao grupo experimental e crianças com TEA nível I que serão alocadas ao grupo controle. O grupo experimental participará de uma intervenção com RV, enquanto o grupo controle será acompanhado e irá manter sua rotina habitual. Este delineamento metodológico possibilita comparações robustas entre as condições experimentais e os períodos de coleta de dados, abrangendo pré-intervenção, pós-intervenção e seguimento de 3 meses.

Em relação à forma de distribuição da amostra: A amostra será inicialmente selecionada de forma não probabilística por conveniência, considerando critérios específicos, como diagnóstico de TEA confirmado por laudo médico, faixa etária predefinida, disponibilidade para participação e ausência de comorbidades severas que possam comprometer os resultados. Após a seleção inicial, será realizada a randomização estratificada para distribuir os participantes de forma aleatória nos diferentes grupos do estudo:

1. **Grupo Experimental (Crianças com TEA nível I): RV-ACC:** Participará da intervenção com Realidade Virtual (RV) associada a Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC).
2. **Grupo Controle (Crianças com TEA nível I): AL-ACC:** Participará da intervenção com Alongamento associado a Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC).

O processo de randomização será realizado utilizando software específico (**Randomization.com**), garantindo que a alocação seja feita de forma imparcial e balanceada dentro de cada estrato. Essa estratégia assegura que a distribuição entre os grupos controle e experimental seja equilibrada em relação ao número de participantes e às características basais, minimizando vieses e favorecendo a validade interna do estudo. Um pesquisador da equipe que não será cegado deverá alocar códigos para cada participante. Após, à randomização será feita por um pesquisador não participante da equipe de execução do projeto, o qual entregará os resultados da randomização para o pesquisador que não será cegado.

Esse método combina a conveniência na seleção inicial com a aleatoriedade na distribuição final, atendendo às exigências éticas e metodológicas do estudo. Dessa forma, será possível comparar os efeitos da intervenção com RV em diferentes condições, mantendo o rigor científico e a validade das conclusões.

Em relação à análise dos dados: Em função do delineamento da pesquisa, não será possível o cegamento a nível dos participantes e intervencionistas, contudo, os pesquisadores responsáveis pelas análises dos dados não terão acesso às informações sobre a alocação dos participantes nos grupos

intervenção e controle. Essa estratégia assegura a imparcialidade e reduz vieses durante o processo analítico.

Serão utilizadas duas abordagens principais para análise:

1. **Análise de Intenção de Tratar:** Todos os participantes serão incluídos na análise com base na alocação inicial, independentemente de adesão, desistências ou interrupções, para preservar a validade e a representatividade dos resultados.
2. **Análise por Protocolo:** Será realizada exclusivamente com os participantes que concluírem todas as etapas do estudo de acordo com o protocolo previamente estabelecido, permitindo uma avaliação detalhada dos efeitos da intervenção em condições ideais.

O uso combinado dessas abordagens possibilita uma compreensão abrangente dos resultados, equilibrando robustez e rigor metodológico ao interpretar os efeitos da intervenção com RV.

4.6 CÁLCULO AMOTRAL

O tamanho amostral desta pesquisa foi definido utilizando os seguintes critérios:

- a) Os dados analisados são de natureza quantitativa, compostos por variáveis contínuas; b) Para minimizar erros estatísticos, foi adotado um nível de significância de 0,05 ($1-\alpha$), com um poder estatístico de 80% ($1-\beta = 0,80$), resultando em $\beta = 0,20$; c) O provável efeito da intervenção foi adotado como pequeno ($ES = 0,20$). O cálculo amostral foi realizado utilizando o Software G*Power 3.1.3 (Universidade de Kiel, Alemanha). O teste estatístico selecionado foi a ANOVA de medidas repetidas com interação intragrupos e intergrupos, adequada para comparações entre os grupos e períodos (pré-intervenção, pós-intervenção e seguimento).

Parâmetros da literatura utilizados para o cálculo amostral:

1. **Zhao et al. (2022) - *Virtual reality technology enhances the cognitive and social communication of children with autism spectrum disorder***

População: Crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), idades entre 3 e 6 anos.

Dispositivo: Head-mounted display (HMD) com ambiente virtual desenvolvido em Unity3D.

Resultados:

Desempenho Cognitivo: $d = 0.85$ (forte)

Comunicação Social: $d = 0.74$ (moderado a forte)

Imitação: $d = 0.48$ (moderado)

2. **Nicholson et al. (2020) - *Linking Metacognition and Mindreading: Evidence From Autism and Dual-Task Investigations***

População: Crianças e adolescentes com TEA e neurotípicos, idades entre 8 e 16 anos.

Dispositivo: Sistema de realidade virtual interativa para testes cognitivos.

Resultados:

Precisão Metacognitiva: $d = 0.58$ (moderado)

Desempenho em Leitura Social (Mindreading): $d = 0.72$ (moderado a forte)

3. **Zhou et al. (2022) - *Effects of VR-based intervention on executive functioning in children with ASD***

População: Crianças com TEA, idades entre 4 e 8 anos.

Dispositivo: Óculos de Realidade Virtual com ambiente imersivo.

Resultados:

Funções Executivas (Memória de Trabalho e Controle Inibitório): $d = 0.81$ (forte)

Autorregulação Emocional: $d = 0.72$ (moderado a forte)

Desta forma, o menor tamanho de efeito encontrado na literatura foi **$d = 0.48$** , relacionado à variável de imitação (socioemocional) em crianças com TEA

após a intervenção com realidade virtual (Zhao et al., 2022), enquanto o maior foi $d = 0.85$ para o desempenho cognitivo na mesma população. Essa análise reforça a eficácia das intervenções com realidade virtual para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras e socioemocionais em crianças com TEA.

- **Tamanho de Efeito do presente projeto (f^2):** Tendo em vista a falta de dados em relação a efeito de intervenções no rastreamento ocular e coordenação motora, e a especificidade e individualização do estímulo da RV, e a característica de uma amostra heterogeneidade em função de comorbidades, assume-se tamanho de efeito de 0,30 que é menor do que os apresentados pela literatura, e é considerado pequeno (heterogeneidade da amostra), contudo, em direção a moderado (Especificidade da intervenção). Conforme a classificação sugerida por Cohen (1988) os tamanhos de efeitos são classificados como: **0,20:** Baixo (pequeno efeito); **0,50:** Moderado (efeito médio); **0,80 ou maior:** Alto (grande efeito);
- **Nível de Significância (α):** 0,05;
- **Poder Estatístico ($1-\beta$):** 0,80.

Com base nesses critérios, foi estabelecido um tamanho amostral mínimo de 20 participantes para o estudo. Considerando possíveis perdas e desistências ao longo do estudo, adotou-se uma perda amostral de 20% totalizando o número de participantes 24 crianças, que foram distribuídas igualmente nos quatro grupos abaixo:

1. **Grupo Experimental (Crianças com TEA nível I):** 12 participantes;
2. **Grupo Controle (Crianças com TEA nível I):** 12 participantes;

4.7 DESENHO EXPERIMENTAL

No presente estudo, serão realizadas avaliações ao longo de dois dias da semana (terça e quinta) durante duas semanas no período da tarde para medir variáveis comportamentais, motoras, cognitivas e posturais dos

participantes. Os instrumentos escolhidos buscarão capturar mudanças nos aspectos essenciais relacionados à intervenção.

4.7.1 Período de adaptação

Salienta-se que antes da realização dos testes será realizada uma sessão de adaptação a fim de amenizar possíveis comportamentos de transição da criança com TEA, uma vez que situações como agressões são imprevisíveis e surgem como respostas aos desafios presentes nas tarefas, no meio ambiente e podem trazer implicações emocionais e físicas às crianças e aos pais (PEREIRA et al, 2017). Os avaliadores darão início às coletas depois que percebam um comportamento seguro e adaptado por parte das crianças. Espera-se que inicialmente as crianças participem de atividades de exploração, estruturação da relação facilitador/criança, inserção desse compromisso na rotina, aproximação de equipamentos, ferramentas e com seus pares. Nos encontros serão ofertados 10 minutos para as crianças se acomodarem assim que chegarem.

4.8 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

4.8.1 Instrumentos a serem respondidos pelos pais

4.8.1.1 Avaliação sociodemográfica

Serão aplicadas seis perguntas relacionadas a caracterização sociodemográfica das famílias como (1) nome completo do participante; (2) nome completo dos responsáveis, (3) data de nascimento do participante (4) data de nascimento dos responsáveis, (5) estado civil dos responsáveis, (6) profissão dos responsáveis, (7) número de integrantes da família, (8) renda familiar, (9) escola que o participante estuda, (10) Tempo e tipos de Terapias que participa. Será estimado um tempo de 10 minutos para preenchimento das perguntas.

4.8.1.2 Avaliação de uso de medicamentos

Para investigar e coletar informações abrangentes sobre o uso de medicamentos por crianças e adolescentes com TEA, será adotada uma abordagem estruturada, utilizando entrevistas com os responsáveis, revisão de registros médicos e aplicação de instrumentos específicos. Inicialmente, os responsáveis das crianças serão convidados a participar de entrevistas semiestruturadas conduzidas por profissionais treinados. Durante as entrevistas, será aplicado um questionário estruturado que abordará os seguintes aspectos: identificação dos medicamentos utilizados, incluindo nome comercial e genérico, dosagem, frequência de administração e tempo total de uso. Além disso, os cuidadores serão questionados sobre os motivos terapêuticos que levaram à prescrição de cada medicamento, como controle de irritabilidade, melhora na atenção ou manejo de comportamentos disruptivos.

Os efeitos colaterais percebidos também serão detalhados, com os cuidadores relatando sintomas associados ao uso dos medicamentos, como ganho de peso, sonolência, insônia ou perda de apetite. Questões específicas explorarão como esses efeitos adversos impactam a adesão ao tratamento e a rotina da criança, avaliando se houve interrupções ou mudanças nos medicamentos devido a eventos adversos. Para investigar a possível presença de polifarmácia e interações medicamentosas, os cuidadores listarão todos os medicamentos administrados simultaneamente, incluindo prescrições e medicamentos de venda livre. Essas informações serão analisadas utilizando bases de dados farmacológicas confiáveis, como Micromedex ou Lexicomp, para identificar potenciais interações que possam influenciar a eficácia terapêutica ou aumentar o risco de eventos adversos.

Para preenchimento das questões sobre medicamentos será estimado um tempo de 10 a 15 minutos.

4.8.1.3 Avaliação de sintomas e gravidade do TEA - CARS

Para identificar a presença e a gravidade dos sintomas associados ao TEA será aplicado a Escala de Avaliação do Autismo, mais conhecida por sua sigla em inglês *CARS (Childhood Autism Rating Scale)*. A escala analisa comportamentos e características observáveis em áreas como interação social, comunicação, respostas sensoriais e padrões de comportamento. O *CARS* pode ser aplicado tanto em formato físico quanto digital e é preenchida pelos responsáveis ou cuidadores, que fornecem informações baseadas em suas observações do comportamento da criança no dia a dia. Em aproximadamente 20 minutos, os cuidadores respondem a perguntas que avaliam aspectos como comunicação, interação social e comportamentos repetitivos. A pontuação final é obtida pela soma dos itens avaliados, permitindo classificar a condição: escores entre 30 e 36,5 indicam um quadro de autismo leve a moderado, enquanto escores superiores a 36,5 sugerem uma manifestação severa dos sintomas.

4.8.1.4 Monitoramento cognitivo e comportamental do TEA - ATEC

Para monitorar mudanças comportamentais e cognitivas nas crianças participantes do estudo, será utilizado o Checklist de Avaliação do Tratamento do Autismo, mais conhecido por sua sigla em inglês *ATEC (Autism Treatment Evaluation Checklist)*, uma ferramenta que visa avaliar a eficácia das intervenções ao longo do tempo. O instrumento é aplicado por meio de respostas fornecidas pelos responsáveis, que podem preenchê-lo tanto online quanto em formato impresso, com uma duração aproximada de 10 minutos. A pontuação total varia de 0 a 180, sendo que escores mais baixos indicam uma melhora no quadro clínico. Entre as variáveis avaliadas, destacam-se a comunicação, a sociabilidade, as funções sensoriais e cognitivas, além da saúde e aspectos físicos, permitindo uma análise abrangente do progresso e das áreas que necessitam de intervenção.

4.8.2 Avaliações realizadas pelas crianças e adolescentes

4.8.2.1 Avaliação comportamental do TEA – ADOS2

Para avaliar comportamentos relacionados ao TEA, os pesquisadores aplicarão a Escala de Observação Diagnóstica do Autismo – Segunda Edição, mais conhecida por sua sigla em inglês *ADOS 2 (Autism Diagnostic Observation Schedule – Second Edition)* Desenvolvido por Lord et al. (2000), o ADOS-2 é composto por diferentes módulos aplicados conforme a idade e nível de linguagem do indivíduo. O ADOS-2 será aplicado por um profissional treinado que conduzirá a avaliação em um ambiente controlado e estruturado, em uma sessão com duração de 30 a 60 minutos. Durante a avaliação, o examinador conduzirá uma série de atividades semi-estruturadas e interativas – que podem incluir jogos, conversas e outras tarefas – com o objetivo de provocar comportamentos espontâneos relacionados à comunicação, interação social e à manifestação de comportamentos restritos e repetitivos. Ao longo da sessão, o avaliador observará e registrará de forma sistemática os comportamentos apresentados, atribuindo escores a itens específicos. O instrumento é amplamente usado para confirmar diagnósticos clínicos, fornecendo informações detalhadas sobre comunicação, interação social e comportamentos restritos e repetitivos.

4.8.2.2 Comportamentos de Movimento

Os níveis de atividade física e comportamento sedentário serão avaliados por meio do acelerômetro Actgraph®, modelo Wgt3x (ACTGRAPH, 2018). O acelerômetro será utilizado na cintura dos participantes por um período de oito dias. Para validação dos dados serão considerados um mínimo de 6 horas de uso, sem exigência de um dia de fim de semana válido, durante pelo menos 1 dia, entre 6h e 22h (BINGHAM et al., 2016).

Para medida de comportamento sedentário baseado em tempo de tela serão aplicados três instrumentos – recordatório do tempo em que os pais/cuidadores serão solicitados a lembrar a duração média total que seus filhos assistem TV, usam computador, smartphones e videogames. As perguntas serão feitas separadamente para dias de semana e dias de fim de semana (MARTINS et al.,2021).

Para avaliar aspectos do tipo e qualidade da tela, os pais/cuidadores responderão as questões do *Screens Questionnaire (SCREENS-Q) versão brasileira* para as crianças de 10 anos. O SCREENS- Q avalia o uso de mídias em telas por crianças e adolescentes entre seis e 10 anos por meio do relato parental. Contempla diferentes aparelhos como televisão, smartphones, tablet, computador, laptop e videogames (Klakk et al., 2020). O questionário é dividido em seis domínios: Ambiente das mídias digitais; Uso de mídias digitais pela criança; Contexto do uso das mídias digitais; Exposição precoce; Percepção parental sobre o uso de mídias da criança e Uso das mídias digitais pelos pais (Klakk et al., 2020). Já as crianças e adolescentes acima de 11 anos responderão ao instrumento autoaplicável *The Questionnaire for Screen Time of Adolescents*, um instrumento brasileiro que mede cinco domínios: atividades relacionadas a estudo ou lição de casa, Atividades relacionadas a trabalho ou estágios, Assistir a vídeos, como séries, filmes, notícias e esportes, Jogar videogames e Uso de mídias sociais e aplicativos de mensagens.

A medida do tempo de sono será avaliada objetivamente por meio das horas do uso do acelerometro durante o sono noturno e cochilos bem como subjetivamente por meio do recordatório dos pais/cuidadores primários os quais serão solicitados a lembrar o número total de horas de sono noturno e de sonecas de seus filhos da seguinte forma: “Nos dias de semana, quantas horas de sono seu filho costuma ter durante o dia (por exemplo, soneca) e à noite?” e “Nos finais de semana, quantas horas de sono seu filho costuma ter durante o dia (por exemplo, soneca) e à noite?” O Sono Total será calculado como a soma do sono noturno (diferença entre a hora de dormir e a hora de acordar) e a duração das sonecas.

Já a qualidade do sono dos participantes será avaliada pelo índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh (PSQI). Composto por 19 questões distribuídas em uma escala de 0 a 3, e organizada em sete componentes: (1) Qualidade subjetiva do sono; (2) latência do sono;(3) Duração do sono; (4)

Eficiência habitual do sono; (5) Transtornos do sono; (6) Uso de medicamentos para dormir; (7) Disfunção diurna. Os escores dos sete componentes devem ser somados para se obter a pontuação global, que varia de 0 a 21 pontos. Neste caso, quando o escore total for de 0 a 4, a qualidade do sono é boa; de 5 a 10, a qualidade do sono é ruim; e > 10, significa que há presença de distúrbio do sono.

4.8.2.3 Avaliação do equilíbrio quase-estático

Para avaliar o controle postural dos participantes será utilizado o Wii Balance Board (WBB) como plataforma de força para medir o centro de pressão (CoP). Estudos anteriores validaram a utilização do WBB para avaliações de equilíbrio, demonstrando sua confiabilidade e validade em comparação com plataformas de força laboratoriais tradicionais (CLARK et al., 2010; HUURNINK et al., 2013). O protocolo é realizado em aproximadamente 15 minutos e consistirá em duas condições, olhos abertos e olhos fechados. Cada condição terá o tempo de 30 segundos e será três vezes com intervalos de 30 segundos entre cada tentativa. Além disso, serão introduzidas superfícies de diferentes densidades para desafiar o sistema postural. Conforme a literatura, o uso de uma espuma de baixa densidade, como a Balance Pad da AIREX, com densidade de 35 kg/m³ e dimensões de 50 cm x 41 cm x 6 cm, é adequado para esse tipo de avaliação (GÓMEZ et al., 2021). As variáveis analisadas incluirão área de oscilação, amplitude, velocidade e valor quadrático médio (RMS) do CoP. Simultaneamente, uma câmera Kinect V2 será posicionada no plano sagital para registrar as oscilações corporais e estimar o centro de massa (CoM). Estudos demonstraram a viabilidade do Kinect V2 na avaliação de oscilações posturais, correlacionando seus dados com os obtidos pelo WBB (NAIR et al., 2021). Por fim, para complementar a avaliação do equilíbrio, a avaliação sensorial será realizada por meio de um estesiômetro para medir a sensibilidade tátil do tronco, e membros inferiores. A avaliação será realizada em regiões específicas, como extensores lombares, isquiotibiais sola e dorso do pé. O estesiômetro será aplicado com estímulos de pressão controlados, aumentando gradualmente até que a criança reporte a

percepção do toque. Cada aplicação de pressão terá com duração de dois segundos.

4.8.2.4 Avaliação da marcha

Para avaliar os parâmetros espaço-temporais da marcha dos participantes será adotado o protocolo de MacDonald et al. (2012), que envolve a análise da marcha em uma pista de 10 metros. Esse protocolo é realizado em aproximadamente 10 minutos e permite a coleta de dados precisos sobre velocidade, cadência e comprimento do passo. Durante o teste, o movimento será capturado por meio do sensor Kinect V2, posicionado no plano sagital, possibilitando a análise cinemática dos movimentos. A utilização do Kinect V2 para avaliação da marcha foi validada em estudos como o de Pfister et al. (2014), que demonstraram sua eficácia na captura de dados cinemáticos e por Stone e Skubic (2011) que demonstraram a viabilidade do Kinect para capturar dados de movimento no plano frontal, permitindo uma análise detalhada da coordenação motora durante a iniciação da marcha. A realização dos testes de forma independente com um único dispositivo garante a coleta de dados confiáveis para todas as variáveis desejadas, sendo estimado um tempo de 10 minutos para a realização do protocolo.

4.8.2.5 Avaliação da tomada de decisão e rastreamento ocular / manual

Os testes de tomada de decisão e controle motor serão realizados em computadores portáteis e em realidade virtual (RV), utilizando o Meta Quest Pro que permite análise precisa de rastreamento ocular e manual. Na avaliação com computador portátil o participante estará sentado a 40 centímetros da tela e tomará as decisões por meio do mouse do computador. Na realidade virtual, os sujeitos também estarão sentados e o teste irá ocorrer em um ambiente virtual simples e imersivo, onde o sujeito experimentará a simulação de toques em botões para início do teste e alcances manuais para o toque na opção de escolha. Serão conduzidos quatro testes distintos: decisão semântica (10 minutos), escolha numérica (15 minutos), associação de imagens (5 minutos) e

escolha visual (5 minutos). No teste de decisão semântica, os participantes visualizarão frases curtas exibidas no ambiente virtual e deverão julgar rapidamente se cada frase é verdadeira ou falsa, interagindo com botões virtuais. No teste de escolha numérica, os participantes serão apresentados a pares de números. A tarefa consiste em determinar qual número é maior utilizando apontamento manual em botões flutuantes. A tarefa de associação de imagens apresentará pares de imagens em um espaço virtual, exigindo que os participantes escolham qual delas melhor corresponde a um contexto predefinido. Por fim, no teste de escolha visual, os participantes explorarão uma matriz de imagens dispostas no ambiente virtual e selecionarão a imagem que melhor atende a um critério específico, como cor ou tamanho.

4.8.2.6 Teste de atenção por cancelamento

Este teste é amplamente utilizado para avaliar atenção seletiva e sustentada, sendo composto por uma matriz de estímulos em que o participante deve identificar e marcar os alvos previamente definidos. A tarefa exige que o participante mantenha o foco em estímulos relevantes enquanto ignora estímulos irrelevantes, avaliando a capacidade de discriminação e concentração sob demanda. Durante a aplicação, o tempo total para completar a tarefa, o número de estímulos-alvo corretamente identificados (acertos) e os erros cometidos, tanto por omissão quanto por comissão, são registrados. Estudos, como o de Capovilla e Dias (2008), demonstraram que o TAC possui boa validade e confiabilidade psicométrica em crianças, incluindo aquelas com dificuldades atencionais. O TAC será realizado em um notebook com o participante sentado a 40 centímetros da tela do computador e utilizará o mouse para as escolhas. No computador, este teste tem um tempo aproximado de 7 minutos. No contexto da realidade virtual (RV) o participante também permanecerá sentado, e o TAC será adaptado para um ambiente tridimensional, onde os estímulos são apresentados em diferentes profundidades e ângulos, exigindo do participante um maior nível de interação e coordenação visuomotora. Na RV o TAC tem um tempo aproximado de 15 minutos.

4.8.2.7 Teste de atenção concentrada (AC)

Este teste mede a capacidade de manter o foco em estímulos específicos por períodos prolongados, sendo uma tarefa frequentemente aplicada em contextos clínicos e educacionais. O participante deve identificar e responder a estímulos-alvo em meio a uma sequência apresentada continuamente, ignorando os estímulos distratores. Estudos como o de Sisto et al. (2006) validaram o AC para diferentes populações, incluindo crianças com dificuldades atencionais, destacando sua utilidade na identificação de déficits específicos. O AC será realizado em um notebook com a criança sentada a 40 centímetros da tela do computador e utilizará o mouse para as escolhas. No computador este teste tem um tempo aproximado de 7 minutos. Na realidade virtual, o AC será implementado apresentando estímulos dinâmicos em um ambiente interativo. Os estímulos podem aparecer em diferentes locais no espaço virtual, exigindo do participante não apenas atenção sustentada, mas também resposta rápida e precisa por meio de gestos ou controles virtuais. Na RV este teste tem um tempo aproximado de 15 minutos.

4.8.2.8 Continuous Performance Test (CPT) em Realidade Virtual

Este teste é utilizado para avaliar a atenção sustentada e o controle inibitório. No presente estudo, o teste será conduzido em um ambiente de Realidade Virtual (RV) imersivo, onde o participante será exposto a uma sequência de estímulos visuais e auditivos. Durante o experimento, estímulos-alvo serão apresentados em meio a estímulos distratores, exigindo que o participante responda apenas quando identificar corretamente o estímulo-alvo previamente definido. A resposta será dada pressionando um botão no controlador manual ou por meio do rastreamento ocular, dependendo da configuração utilizada. O teste terá uma duração ajustável entre 5 e 15 minutos, conforme a idade e o perfil do participante, permitindo a análise do desempenho ao longo do tempo. Os principais parâmetros analisados incluirão a taxa de acertos na identificação dos estímulos corretos, o número de falsos positivos, o tempo de reação médio

e a variação da atenção durante o experimento. Essas métricas possibilitarão uma avaliação detalhada da capacidade atencional e da impulsividade, facilitando a comparação entre diferentes grupos experimentais, incluindo crianças com TEA e seus pares neurotípicos.

4.8.2.9 Virtual Object Span Task (VOST) em Realidade Virtual

É um teste projetado para avaliar a memória visuoespacial e a capacidade de retenção e reprodução de sequências. Inspirado no tradicional Corsi Block-Tapping Test, a versão em RV utilizará um ambiente tridimensional interativo para aumentar a complexidade do desafio. Durante o teste, o participante será posicionado em um espaço virtual contendo uma grade com múltiplos objetos tridimensionais. A cada tentativa, um subconjunto desses objetos será iluminado em uma sequência específica. Após um breve intervalo, os objetos retornarão ao estado inicial e o participante deverá reproduzir a sequência correta tocando nos objetos na mesma ordem. O nível de dificuldade aumentará progressivamente, adicionando mais itens à sequência, de forma adaptativa ao desempenho do indivíduo. Os principais parâmetros analisados serão o número máximo de itens corretamente lembrados em sequência, erros de ordem na reprodução da sequência, tempo médio de resposta e a taxa de aprendizado ao longo das tentativas. Essa abordagem permitirá a identificação de padrões individuais de retenção e processamento visuoespacial, facilitando a comparação entre diferentes grupos e a análise de déficits específicos em crianças com TEA.

4.8.2.10 Dual-Task Performance em Realidade Virtual

Este teste será utilizado para avaliar a capacidade de realizar múltiplas tarefas simultaneamente, examinando o impacto da sobrecarga cognitiva sobre o desempenho motor. No experimento, o participante será inserido em um ambiente virtual onde deverá caminhar ao longo de um percurso simulado. Durante a caminhada, será necessário realizar uma tarefa cognitiva em paralelo, como responder a perguntas matemáticas simples, memorizar e repetir sequências de palavras ou classificar objetos com base em regras

apresentadas. O nível de complexidade da tarefa cognitiva será ajustado conforme o desempenho do participante. Para fins de comparação, a caminhada será realizada também sem a tarefa cognitiva, permitindo uma avaliação da interferência entre o desempenho motor e cognitivo. As principais métricas analisadas incluirão a variação na velocidade da marcha entre as diferentes condições, a taxa de erros nas respostas cognitivas, a presença de desvios ou hesitações no padrão de deslocamento e o tempo médio de reação às questões apresentadas durante a caminhada. Esses dados possibilitarão uma análise detalhada da capacidade de atenção dividida e do controle cognitivo-motor, permitindo explorar como crianças com TEA lidam com demandas simultâneas e exigências de coordenação complexa.

4.8.2.11 Avaliação da fala

Para identificar padrões na fala de crianças/adolescentes com TEA e relacioná-los ao desempenho cognitivo, motor e emocional serão coletadas gravações de áudio de alta qualidade, captadas no ambiente de coleta, como garantindo uma taxa de amostragem mínima de 16 kHz para preservar a fidelidade do sinal.

Do ponto de vista técnico, a extração de características dos sinais de áudio será realizada para identificar informações acústicas e prosódicas relevantes como entonação, ritmo, duração e intensidade. Também será feita análises sintáticas e semânticas que examinem a estrutura gramatical e o conteúdo expressivo das falas. O teste de fala tem um tempo aproximado de 10 minutos. Posteriormente, os padrões identificados serão correlacionados com os desempenhos cognitivo, motor e emocional das crianças, obtidos a partir de avaliações padronizadas.

4.8.2.12 Rastreamento facial e ocular pela webcam

Para detectar emoções e realizar rastreamento ocular utilizando uma webcam em um contexto experimental, em um ambiente controlado, minimizando ruídos visuais e garantindo iluminação uniforme, essencial para a precisão da detecção de microexpressões e movimentos oculares.

O rastreamento facial e ocular será realizado em um notebook com a criança sentada a 40 centímetros da tela do computador. Os participantes serão expostos a estímulos emocionais validados, como imagens do International Affective Picture System (IAPS), amplamente utilizado na literatura para induzir respostas emocionais. A apresentação será sequencial, com estímulos de diferentes valências (positiva, neutra e negativa), enquanto a webcam registra continuamente as expressões faciais e os movimentos oculares. O tempo aproximado deste teste é de 15 minutos. Estudos como o de "Webcam-based online eye-tracking for behavioral research" (2020) validam a utilização de webcams em experimentos comportamentais, mostrando correlação significativa com sistemas especializados de rastreamento ocular. As variáveis deste teste serão correlacionadas com os estímulos apresentados, buscando identificar padrões emocionais e atencionais em resposta às imagens.

4.8.2.13 Avaliação sensorial e háptica dos membros superiores

Para avaliar a motricidade fina, a coordenação óculo-manual e a sensibilidade tátil serão utilizadas um protocolo abrangente que integra o uso da luva háptica bHaptics TactGlove DK1 em conjunto com o headset de realidade virtual Meta Quest Pro. Além disso, o teste de pinos Pegboard adaptado será utilizado para mensurar destreza manual. Por fim para verificar a capacidade sensorial será utilizado um estensiómetro nos membros superiores. Este estudo fundamenta-se no Paradigma de Percepção e Ação, que explora a interdependência entre percepção sensorial e respostas motoras.

No ambiente de realidade virtual, as crianças ficarão sentadas e realizarão tarefas como encaixe de peças, manipulação de objetos pequenos e traçado de formas ou letras, tanto com quanto sem o feedback tátil proporcionado pela luva háptica. O feedback será ativado para vibrar em resposta ao contato das mãos com os objetos virtuais, simulando uma experiência tátil imersiva. Este teste tem um tempo aproximado de 15 minutos.

Adicionalmente, fora do ambiente virtual, as crianças também na posição sentada realizarão o teste de pinos Pegboard para avaliar habilidades

motoras finas e coordenação bimanual. A coleta será realizada em três etapas, começando com o uso exclusivo da mão dominante para encaixar os pinos no tabuleiro, seguido pela execução com a mão não dominante e, por fim, com ambas as mãos simultaneamente. O tabuleiro será posicionado à frente da criança, que estará sentada em uma mesa ajustada à sua altura. O examinador fornecerá instruções claras e, se necessário, demonstrações práticas para garantir a compreensão das tarefas. O registro cinemático do segmento superior durante todas as tentativas será registrado pela câmera Kinect V2. O teste de motricidade fina com Pegboard tem um tempo aproximado de 10 minutos.

Por fim, para complementar a avaliação sensorial, será utilizado um estesiômetro para medir a sensibilidade tátil das mãos e membros superiores. A avaliação será realizada em regiões específicas, como as polpas digitais (indicador e polegar), a palma e o dorso da mão. O estesiômetro será aplicado com estímulos de pressão controlados, aumentando gradualmente até que a criança reporte a percepção do toque. O teste de sensibilidade tem um tempo aproximado de 7 minutos.

4.8.2.14 Fadiga mental e experiência com realidade virtual

Para avaliar a fadiga mental e a experiência do usuário durante a interação com ambientes de realidade virtual (RV), serão utilizados três instrumentos: a Escala de Fadiga Mental (EFM) com tempo de aplicação aproximado de 5 minutos, a Escala de Borg adaptada para esforço mental com tempo de aplicação aproximado de 3 minutos e o Questionário de Experiência de Uso de Realidade Virtual (QEU-RV) com o tempo aproximado de 7 minutos. A aplicação desses instrumentos ocorrerá em momentos específicos para capturar dados precisos e relevantes. A EFM será aplicada imediatamente após a sessão de RV. Este instrumento avalia a fadiga mental por meio de itens que investigam aspectos como dificuldade de concentração, sensação de cansaço mental e motivação (HART; STAVELAND, 1988). Os participantes responderão a cada item utilizando uma escala Likert de 7 pontos, variando de "discordo totalmente" a "concordo totalmente". Os escores individuais de cada

item serão somados para obter um escore total, que indicará o nível de fadiga mental experimentado pelo usuário. Escores mais altos refletem maior fadiga mental.

A Escala de Borg, adaptada para avaliar o esforço mental percebido, será aplicada imediatamente após a sessão de RV. Os participantes atribuirão uma pontuação ao seu nível de esforço mental percebido durante a tarefa, utilizando uma escala que varia de 6 (nenhum esforço) a 20 (esforço máximo) (XU; WANG; WU, 2020). Essa medida subjetiva permite correlacionar a percepção individual de esforço com outros parâmetros de desempenho e fisiológicos.

O QEU-RV será aplicado após a sessão de RV para avaliar a experiência do usuário. Este questionário investiga dimensões como usabilidade, imersão, presença e satisfação (SLATER; WILBUR, 1997). Os participantes responderão a itens utilizando uma escala Likert de 5 pontos, variando de "discordo totalmente" a "concordo totalmente". Os escores de cada dimensão serão calculados pela média das respostas aos itens correspondentes, permitindo uma análise detalhada de cada aspecto da experiência do usuário.

A aplicação conjunta desses instrumentos fornecerá uma compreensão abrangente dos efeitos da RV sobre os usuários, permitindo identificar possíveis correlações entre fadiga mental, esforço percebido e qualidade da experiência. Essa abordagem integrada é fundamental para o desenvolvimento de intervenções e melhorias nos sistemas de RV, visando otimizar a experiência do usuário e minimizar efeitos adversos como a fadiga mental.

4.8.2.15 Frequência cardíaca durante as intervenções e avaliações

O monitoramento da frequência cardíaca permite avaliar a resposta fisiológica das crianças durante as atividades cognitivas e motoras. Para isso, é utilizado o monitor cardíaco Polar H10, que é aplicado por meio de uma cinta peitoral ajustável e coletado durante toda a sessão. As medições registram a frequência cardíaca por meio da variação dos batimentos por minuto (bpm).

Abaixo apresentamos uma proposta de cronograma de avaliações:

COLETAS REALIZADAS PELOS PAIS

Dia	Teste	Tempo Estimado (minutos)
1	Avaliação Sociodemográfica	10
1	Avaliação de Uso de Medicamentos	10 a 15
1	Tempo de Exposição à Telas e Horas de Sono	10
2	Avaliação de Sintomas e Gravidade do TEA (CARS)	20
2	Monitoramento Cognitivo e Comportamental do TEA (ATEC)	10
2	Nível de Atividade Física (PAQ-C)	10 a 20

COLETAS REALIZADAS PELAS CRIANÇAS

Dia	Teste	Tempo Estimado (minutos)
1	Avaliação Comportamental do TEA (ADOS 2)	30 a 60
1	Avaliação da Fala	10
2	Avaliação do Equilíbrio Quase-Estático	15
2	Avaliação da Marcha	10
2	Rastreamento Facial e Ocular por Webcam	15
3	Avaliação da Tomada de Decisão e Rastreamento Ocular/Manual	35
3	Teste de Atenção por Cancelamento (TAC)	7 (computador) / 15 (RV)
3	Teste de Atenção Concentrada (AC)	7 (computador) / 15 (RV)
3	Continuous Performance Test (CPT) em Realidade Virtual	10 (RV)
3	Virtual Object Span Task (VOST) em Realidade Virtual	7 (RV)
4	Dual-Task Performance em Realidade Virtual	10 (RV)
4	Avaliação Sensorial e Háptica dos Membros Superiores	15
4	Fadiga Mental e Experiência com RV	15
4	Frequência Cardíaca durante Intervenção e Testes Cognitivos	Durante toda a sessão

4.9 MÉTODOS DE TREINAMENTO COM REALIDADE VIRTUAL ASSOCIADO A ABORDAGEM COORDENATIVA EM CIRCUITO

4.9.1 Local, dispositivos e pré-preparação

A intervenção será realizada em um ambiente controlado, adaptado para minimizar distrações e oferecer conforto aos participantes. A intervenção irá ocorrer na sala de lutas do colegiado de Educação Física. Esta sala é climatizada, com iluminação suave e isolamento acústico. A criança estará equipada com o headset de realidade virtual Meta Quest Pro, a luva háptica bHaptics TactGlove DK1. Todas as sessões da intervenção serão gravadas por celulares presos em tripés. Apesar da intervenção ser realizada em pé, haverá cadeiras e mesas ajustáveis para garantir ergonomia durante o repouso dos exercícios.

As sessões ocorrerão duas vezes por semana, com duração de 20 a 30 minutos por sessão, totalizando 12 semanas de intervenção. Antes de cada sessão, as crianças permanecerão em repouso por 10 minutos em uma área de espera tranquila, permitindo estabilização emocional e fisiológica. Durante este período, o profissional responsável poderá realizar interações leves, como diálogos ou brincadeiras simples, para reduzir qualquer ansiedade relacionada ao uso da tecnologia.

4.9.2 Protocolo de pesquisa

O projeto será dividido em cinco fases principais: adaptação e coleta pré-intervenção, intervenção com realidade virtual, coleta pós-intervenção, follow-up e avaliação pós-follow-up.

Fase 1: Adaptação e Coletas Pré-Intervenção

Na fase de Adaptação e Coleta Pré-Intervenção (Semanas 1-2), as crianças serão apresentadas ao uso do headset Meta Quest Pro e luva háptica, passando por atividades simples como explorar objetos no ambiente virtual. Essa fase constará de duas sessões de adaptação de 20 minutos cada, sem

registro formal de métricas. Paralelamente, será realizada uma coleta inicial para estabelecer uma linha de base, incluindo avaliações cognitivas (Teste de Atenção, Avaliação da Tomada de Decisão), motoras (Controle Postural, Teste Pegboard), socioemocionais (ADOS-2, CARS, ATEC), fisiológicas (frequência cardíaca, fadiga mental, qualidade do sono) e questionários diversos.

Fase 2: Intervenção com Realidade Virtual

A Intervenção com Realidade Virtual ocorrerá em sessões de 5 a 10 minutos, duas vezes por semana. A cada fase da intervenção, atividades de complexidade crescente serão aplicadas. No ambiente de realidade virtual, cada atividade é cuidadosamente estruturada para estimular habilidades específicas e permitir a coleta de métricas detalhadas para o relatório final de cada sessão. Essa abordagem é respaldada por estudos que demonstraram a eficácia das intervenções com RV na promoção do desenvolvimento cognitivo, motor e socioemocional em populações com TEA (Kandalft et al., 2012; Peretti et al., 2024; Schmidt & Glaser, 2021).

No **Encaixe de Peças**, as crianças interagem com formas grandes e simples, que aparecem no cenário virtual, e devem pegá-las e encaixá-las em espaços correspondentes em um painel. Durante essa tarefa, o sistema registra o tempo total para completar cada encaixe, a precisão dos posicionamentos, o número de tentativas e o percurso dos movimentos manuais, fornecendo indicadores de coordenação e planejamento espacial. Essa tarefa se assemelha às atividades exploradas por Schmidt & Glaser (2021), que destacaram a importância de intervenções adaptativas e progressivas em ambientes virtuais.

A tarefa de **Busca de Objetos** coloca a criança em um ambiente virtual onde diversos objetos fixos são exibidos, com apenas alguns sendo os alvos designados. Com poucos distratores, o participante deve identificar e selecionar os objetos corretos. Nesta atividade, o sistema computa o tempo de resposta para encontrar cada objeto, a precisão na seleção, o número de erros cometidos ao escolher objetos incorretos e, se disponível, dados de rastreamento ocular, como fixações e sacadas, que indicam os padrões de atenção. Peretti et al. (2024) ressaltam que tarefas como essa, quando

associadas a tecnologias de rastreamento ocular, são cruciais para avaliar a atenção e o foco durante intervenções com RV.

No **Estourar bolhas**, o participante enfrenta estímulos representados por bolhas que se movem de forma simples e previsível. O objetivo é estourar estas bolhas, permitindo a avaliação da agilidade, do tempo de reação para iniciar o movimento evasivo e da eficácia da trajetória realizada para evitar o contato. Aqui, são computados o número de colisões, o tempo necessário para acertar e a qualidade do movimento. Essa abordagem reflete as recomendações de Schmidt & Glaser (2021), que enfatizam a importância de desafios progressivos para melhorar as habilidades motoras.

Cada uma dessas atividades é projetada para fornecer uma visão abrangente do desempenho cognitivo e motor dos participantes. Ao final de cada sessão, os dados coletados – **tempo de reação, precisão, número de erros, fixações, sacadas e índices de hesitação** – serão compilados em um relatório final que permitirá a análise detalhada do progresso individual e a eficácia das intervenções realizadas no ambiente de realidade virtual, conforme sugerido por Peretti et al. (2024).

Progressão das Atividades

Nas primeiras semanas 3-8, as atividades terão baixa complexidade, com base em intervenções iniciais bem-sucedidas descritas por Schmidt & Glaser (2021):

- **Encaixe de Peças:** Formas grandes e simples.
- **Busca de Objetos:** Objetos fixos, poucos distratores.
- **Estourar Bolhas:** Movimentos simples de ataque.

Entre as Semanas 9-14, a dificuldade aumentará com tarefas mais complexas, como sugerido por Peretti et al. (2024).

- **Encaixe de Peças:** Tamanhos menores e mais formas.
- **Busca de Objetos:** Estímulos distratores adicionais.
- **Estourar Bolhas:** Mais velocidade e maior número de bolhas.

Entre as Semanas 15-20, a dificuldade aumentará com tarefas mais intensas e complexas, conforme recomendado por Kandalaft et al. (2012).

- **Encaixe de Peças:** Peças pequenas em diferentes orientações.
- **Busca de Objetos:** Elementos móveis com padrões complexos.
- **Estourar Bolhas:** Estímulos em diferentes alturas e direções.

Entre as Semanas 20-24, a complexidade motora será mantida, contudo com aumento da intensidade.

- **Encaixe de Peças:** Peças pequenas em diferentes orientações.
- **Busca de Objetos:** Elementos móveis com padrões complexos
- **Estourar bolhas:** Estímulos em diferentes alturas e direções.

Durante as sessões, as métricas serão coletadas automaticamente pelo rastreamento do Meta Quest Pro, incluindo dados sobre **tempo de execução, precisão, número de erros, tempo de reação, fluidez de movimento e frequência cardíaca média**. Esse processo segue as recomendações metodológicas de Schmidt & Glaser (2021) e Peretti et al. (2024), que destacam a importância da coleta automatizada para garantir a objetividade das análises.

Na fase de Coleta Pós-Intervenção (Semanas 25-28), será reaplicada a mesma avaliação inicial, possibilitando comparar o desempenho das crianças antes e após a intervenção. A análise incluirá verificar se existe mudança nas métricas cognitivas, motoras, socioemocionais e fisiológicas, conforme os métodos descritos por Kandalaft et al. (2012).

Fase 2: Alongamentos

No grupo controle, antes da realização da Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC), será realizada uma breve sessão de alongamentos leves com duração de 10 minutos, sem o objetivo de gerar efeitos significativos, apenas para preencher o tempo equivalente à neuromodulação por Realidade Virtual (RV) no outro grupo. A sessão será conduzida de forma simples e sem

exigências motoras intensas, garantindo que todos os participantes consigam realizá-la sem dificuldades.

A sessão será dividida em dois momentos. Nos primeiros 5 minutos, serão realizados movimentos dinâmicos suaves, como rotações de ombros, flexão e extensão de joelhos, elevação leve dos braços e movimentação dos tornozelos. Esses exercícios terão repetições curtas e serão feitos sem pressa, apenas como uma transição para o circuito.

Nos 5 minutos finais, serão realizados alongamentos estáticos básicos, mantendo cada posição por cerca de 20 a 30 segundos, sem exigir esforço ou desconforto. Serão incluídos alongamentos simples para os principais grupos musculares, como panturrilhas, quadríceps, tríceps e região lombar. O instrutor acompanhará as crianças, orientando os movimentos de forma tranquila, garantindo que a sessão ocorra sem esforço excessivo.

Essa rotina servirá apenas para manter a estrutura do tempo total da sessão, garantindo que ambos os grupos passem pelo mesmo período de preparação antes da ACC, sem qualquer efeito significativo sobre o desempenho motor ou cognitivo.

Fase 2: Abordagem Coordenativa em Circuito

O programa de treinamento utilizando a Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC) será realizado após a neuromodulação com a Realidade Virtual (RV). A ACC terá uma duração estimada entre 20 e 30 minutos por sessão. Antes do início da intervenção, será conduzido um período de familiarização de uma semana, no qual as crianças serão introduzidas gradualmente às atividades do circuito coordenativo.

Ao longo do estudo, um total de 30 atividades será distribuído em três circuitos, cada um contendo três atividades obrigatórias, aplicadas consecutivamente duas vezes por sessão. A organização dos circuitos seguirá os critérios de Winnick (2004) para facilitar a participação de crianças com TEA em ambientes esportivos, garantindo maior previsibilidade e acessibilidade. As adaptações incluirão:

1. Presença de um assistente treinado para oferecer suporte individualizado;

2. Uso de tutores pares ou sistema de parceiros para facilitar a interação e o engajamento;
3. Transições claras entre as atividades para reduzir a incerteza e promover fluidez na execução do circuito;
4. Comandos visuais para guiar as sequências de tarefas e reforçar a compreensão das instruções.

As atividades serão conduzidas em grupos de quatro crianças por sessão, com duração aproximada de uma hora por grupo. O instrutor demonstrará todas as etapas e repetições de cada tarefa, assegurando previsibilidade e estrutura ao sinalizar os tempos de espera. Cada atividade apresentará um formato motor específico e aumentará progressivamente em complexidade, seguindo um modelo de encadeamento de tarefas ($A \rightarrow AB \rightarrow ABC \rightarrow BC$).

Cada circuito será mantido por quatro semanas, permitindo tempo suficiente para a adaptação dos participantes. Sempre que necessário, o facilitador executará as tarefas junto com as crianças, fornecendo pistas visuais e ajustes individualizados para favorecer o aprendizado motor. As instruções verbais serão breves, específicas e repetidas conforme necessário, minimizando sobrecarga cognitiva e maximizando a compreensão.

Cálculo do Índice de Dificuldade de Tarefa (IDT)

O Índice de Dificuldade de Tarefa (IDT) será calculado considerando as demandas de aprendizagem motora e quatro aspectos fundamentais:

1. Componentes motores envolvidos: a complexidade da tarefa aumentará com o número de componentes, incluindo habilidades motoras finas e grossas, equilíbrio e lateralidade;
2. Precisão exigida: atividades que envolvem objetos instáveis ou que requerem maior controle motor serão pontuadas em uma escala de 0 (nenhum requisito) a 3 (alto requisito);
3. Complexidade e organização da tarefa: será utilizada uma escala de 0 (nenhuma complexidade) a 3 (alta complexidade com baixa organização);
4. Nível de dupla tarefa: será avaliada a atenção necessária para atividades motoras e cognitivas simultâneas, variando de 0 (foco total

em uma única tarefa) a 2 (multitarefa) (de Souza Gonçalves et al., 2020b).

Índice de Dificuldade do Circuito Motor (IDC)

Os circuitos serão organizados com base nos IDTs de suas respectivas tarefas. O Índice de Dificuldade do Circuito Motor (IDC) será calculado como a soma dos IDTs de todas as atividades presentes no circuito. Durante as 24 semanas do estudo, serão incentivados aumentos graduais no IDT e no IDC, promovendo o desenvolvimento progressivo das habilidades motoras e cognitivas dos participantes (de Souza Gonçalves et al., 2020a).

Essa metodologia permitirá acompanhar a evolução das crianças ao longo das sessões, garantindo que os desafios propostos estejam adequados ao nível individual de cada participante e proporcionando uma experiência estruturada, acessível e eficaz no desenvolvimento motor e cognitivo de crianças com TEA.

5. RISCOS, MITIGAÇÃO DE RISCOS E BENEFÍCIOS

5.1 RISCOS E MITIGAÇÃO DE RISCOS DAS AVALIAÇÕES

Para cada objetivo específico deste projeto, foram previstos riscos, bem como pensadas suas formas de mitigação. Vale ressaltar que todos os testes serão ministrados por uma equipe de avaliadores treinados, sendo sempre acompanhados pelos responsáveis dos participantes. Com exceção dos testes de monitoramento comportamental e atencional, todos os demais protocolos permitem o fornecimento de estímulos motivacionais durante sua execução, visando encorajar e engajar os participantes.

Objetivo 1: Comparar a motricidade fina e a coordenação manual entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle. **Riscos:** Cansaço físico, frustração por dificuldade na execução das tarefas e risco de desconforto

muscular. **Mitigação:** As atividades serão adaptadas ao nível de habilidade de cada criança, com instruções claras, reforço positivo e apoio contínuo durante a execução. Caso sejam identificados sinais de cansaço ou desconforto, a atividade será imediatamente interrompida, oferecendo descanso e suporte. Para minimizar a frustração, os avaliadores destacarão os progressos individuais, incentivando a criança a focar nas conquistas, independentemente do desempenho final. Além disso, feedbacks detalhados e acompanhamento do desempenho serão fornecidos, permitindo que o participante compreenda sua evolução de forma encorajadora e motivadora.

Objetivo 2: Comparar o desempenho do controle postural quase-estático entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle. **Riscos:** Risco de quedas durante testes de equilíbrio, especialmente em condições de olhos fechados ou em ambiente de RV, cansaço e fadiga. **Mitigação:** As crianças assistirão a vídeos explicativos sobre a execução do teste e farão uma familiarização para conhecer o protocolo. Durante os testes, dois avaliadores permanecerão ao lado do participante para garantir sua segurança, enquanto tatames emborrachados serão posicionados ao redor da plataforma. Caso o participante sinta cansaço, poderá interromper a avaliação a qualquer momento.

Objetivo 3: Comparar o desempenho dos parâmetros de marcha entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle. **Riscos:** Risco de quedas durante a execução do teste, cansaço e fadiga. **Mitigação:** As crianças assistirão a vídeos explicativos sobre a execução do teste e farão uma familiarização para conhecer o protocolo. Durante o teste, um avaliador irá percorrer o trajeto ao lado do participante. Em caso de cansaço, o participante poderá interromper a avaliação a qualquer momento.

Objetivo 4: Comparar o desempenho cognitivo, nível de atenção e tomada de decisão entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle. **Riscos:** Fadiga cognitiva, cansaço mental, dores posturais e frustração devido à dificuldade nas tarefas. **Mitigação:** As avaliações serão realizadas em dois dias distintos, com pausas regulares e duração controlada. Antes e ao final de cada sessão, serão realizados alongamentos e técnicas de relaxamento aos

participantes. Em caso de cansaço, as crianças poderão interromper a atividade a qualquer momento. Para minimizar a frustração, os avaliadores destacarão os progressos individuais, incentivando a criança a focar nas conquistas, independentemente do desempenho final. Além disso, feedbacks detalhados e acompanhamento do desempenho serão fornecidos, permitindo que o participante compreenda sua evolução de forma encorajadora e motivadora.

Objetivo 5. Comparar o desempenho da autorregulação comportamental e da capacidade socioemocional entre crianças e adolescentes com TEA nível I que receberão a intervenção com RV, comparadas a um grupo com TEA nível I controle. **Riscos:** Os responsáveis podem enfrentar cansaço ao responder os questionários, além do tempo despendido e da possibilidade de reviver situações difíceis ao recordar determinados eventos. Para os participantes, os riscos incluem fadiga durante a execução das tarefas (ADOS 2) e frustração diante de dificuldades nas atividades propostas. **Mitigação:** Os questionários serão aplicados em uma sala climatizada, com intervalos regulares e pausas sempre que solicitadas. Caso o responsável deseje compartilhar experiências ou preocupações, será oferecido tempo adequado para essa conversa em um ambiente acolhedor e sigiloso. As crianças poderão interromper os testes a qualquer momento, sem prejuízo à participação. Em situações de frustração, será fornecido feedback motivacional, destacando os esforços e conquistas, visando manter o engajamento e preservar o bem-estar emocional.

Objetivo 6: Avaliar e comparar como fatores de saúde – nível de Atividade física, tempo de exposição a telas e horas de sono – influenciam o desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle. **Riscos:** Os responsáveis podem enfrentar cansaço ao responder os questionários, além do tempo despendido e da possibilidade de reviver situações difíceis ao recordar determinados eventos. **Mitigação:** Os questionários serão aplicados em uma sala climatizada, com intervalos regulares e pausas sempre que solicitadas. Caso o responsável deseje compartilhar experiências ou preocupações, será oferecido tempo adequado para essa conversa em um ambiente acolhedor e sigiloso.

Objetivo 7: Monitorar a frequência cardíaca (FC) e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a intervenção com RV e em testes cognitivos e motores de crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle. **Riscos:** O uso da cinta do frequencímetro pode causar desconforto físico devido à compressão, além de reações alérgicas ao material em contato com a pele. Adicionalmente, algumas crianças podem sentir ansiedade durante a coleta, especialmente em ambientes novos ou diante de estímulos desconhecidos. **Mitigação:** Antes da aplicação, será realizada uma avaliação prévia para identificar possíveis alergias ou sensibilidades cutâneas. A cinta será ajustada de forma confortável, sem compressão excessiva. Em caso de qualquer sinal de desconforto físico ou emocional, a cinta será removida imediatamente. Para minimizar a ansiedade, os participantes serão previamente familiarizados com o equipamento, e as coletas ocorrerão em ambiente controlado e acolhedor, com possibilidade de pausa ou interrupção a qualquer momento, conforme a necessidade individual de cada criança.

Objetivo 8: Monitorar o padrão de fala de crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle e sua relação com os desfechos motores, cognitivos, comportamentais e socioemocionais. **Riscos:** Cansaço, irritabilidade, falta de motivação e vazamento do áudio. **Mitigação:** O teste de fala será realizado durante uma conversa natural com a criança, integrada à sessão de testes, com o objetivo de capturar a fala espontânea sem pressionar o participante. Para minimizar o cansaço, a irritabilidade e a falta de motivação, as interações serão conduzidas de forma leve, com pausas programadas e possibilidade de interrupção a qualquer momento, sem prejuízo à participação. O ambiente de coleta será climatizado e livre de distrações, proporcionando maior conforto. Para garantir a segurança das gravações, os arquivos de áudio serão transferidos diretamente do dispositivo de gravação para um computador por meio de cabo USB, sem qualquer transmissão via internet. Os dados serão armazenados em um drive protegido por senha, acessível apenas pela equipe de pesquisa autorizada.

Objetivo 9. O presente estudo tem como objetivo comparar o desempenho cognitivo e o nível de função executiva entre crianças e adolescentes com TEA

nível I que receberão a intervenção com Realidade Virtual (RV) e aquelas pertencentes ao grupo controle. A análise será conduzida com base em avaliações padronizadas e testes específicos de função executiva, permitindo identificar diferenças entre os grupos e compreender o impacto da RV no desenvolvimento dessas habilidades. **Riscos:** A realização dos testes pode gerar fadiga cognitiva, desmotivação ou frustração, especialmente entre participantes que apresentem dificuldades em determinadas tarefas.

Mitigação: Para minimizar esses riscos, a aplicação dos testes será feita em um ambiente tranquilo, climatizado e livre de distrações, proporcionando maior conforto e melhor desempenho dos participantes. As sessões serão organizadas de maneira dinâmica, com pausas programadas entre as tarefas, permitindo que as crianças tenham intervalos para descanso, evitando sobrecarga cognitiva. Sempre que necessário, a equipe oferecerá suporte individualizado, garantindo que as instruções sejam claras e adaptadas ao perfil de cada participante. Além disso, caso o participante demonstre sinais de cansaço ou desmotivação, será dada a opção de interromper ou retomar o teste em outro momento, sem prejuízo à sua participação no estudo.

Objetivo 10: Investigar como fatores contextuais – características sociodemográficas, uso de medicamentos, quantidade/tipo de terapias e dados clínicos – se relacionam com o desempenho, engajamento e resultados comportamentais das crianças e adolescentes com TEA nível I, analisando essas variáveis nos grupos de intervenção e controle. **Riscos:** Os responsáveis podem enfrentar cansaço ao responder os questionários, além do tempo despendido e da possibilidade de reviver situações difíceis ao recordar determinados eventos. **Mitigação:** Os questionários serão aplicados em uma sala climatizada, com intervalos regulares e pausas sempre que solicitadas. Caso o responsável deseje compartilhar experiências ou preocupações, será oferecido tempo adequado para essa conversa em um ambiente acolhedor e sigiloso.

5.2 RISCOS E MITIGAÇÃO DE RISCOS RELACIONADOS A INTERVENÇÃO COM REALIDADE VIRTUAL

Assim como para a realização dos testes, este projeto prevê riscos para as sessões em RV, bem como formas de mitigação.

1. Exposição Prolongada à RV

Riscos: Cinetose (náusea, tontura), fadiga ocular, dores musculares, desorientação espacial e sobrecarga sensorial.

Mitigação: Para minimizar os riscos, as sessões terão duração de 20 a 30 minutos, com aumento gradual da complexidade das atividades, permitindo que as crianças se adaptem progressivamente ao ambiente virtual. Antes de cada sessão, será realizado um aquecimento leve para preparar o corpo e reduzir a tensão muscular. Durante as atividades, serão oferecidas pausas regulares, conforme a necessidade individual de cada criança, para descanso visual e físico. Ao final de cada sessão, serão aplicadas técnicas de relaxamento, incluindo alongamentos suaves e exercícios respiratórios, para promover a recuperação. Caso qualquer sinal de desconforto seja identificado, a sessão será imediatamente interrompida e suporte adequado será oferecido.

2. Reações Emocionais Negativas

Riscos: Estresse, frustração ou ansiedade diante de tarefas desafiadoras no ambiente virtual.

Mitigação: As atividades serão personalizadas conforme a idade, perfil cognitivo e nível de habilidade de cada criança, garantindo que os desafios sejam progressivos e compatíveis com suas capacidades. Durante as sessões, os avaliadores oferecerão reforço positivo contínuo, destacando os acertos e incentivando o engajamento sem enfoque no desempenho. Em caso de sinais de estresse ou frustração, a atividade poderá ser interrompida imediatamente, oferecendo um período de pausa para recuperação emocional. Se necessário, a criança será encaminhada para um ambiente mais tranquilo, e o retorno às atividades só ocorrerá mediante seu consentimento. O feedback será sempre

construtivo, ressaltando o esforço e os progressos individuais, promovendo uma experiência mais positiva e acolhedora.

3. Falhas Técnicas e Desconforto com o Equipamento

Riscos: Irritação na pele devido ao contato prolongado com os óculos de RV, falhas no software ou travamento do sistema que podem gerar ansiedade e irritabilidade ao usuário.

Mitigação: O equipamento será higienizado rigorosamente antes de cada sessão e ajustado individualmente para garantir um encaixe confortável e seguro, minimizando o risco de irritações na pele. O tempo de uso será monitorado para evitar contato prolongado, e as crianças serão incentivadas a relatar qualquer desconforto imediatamente. Em caso de falha técnica, a atividade será pausada, e os dados já coletados serão salvos para evitar a repetição desnecessária do teste. A sessão será retomada apenas após a resolução do problema, garantindo a continuidade sem prejuízo ao participante. Enquanto as questões operacionais estiverem sendo solucionadas, o participante será direcionado para uma atividade alternativa, como uma conversa lúdica ou uma tarefa simples, que mantenha seu engajamento sem interferir no desempenho das atividades em RV.

4. Sentimento de Exclusão no Grupo Controle (Sem RV)

Riscos: Frustração das crianças e famílias por serem alocadas ao grupo controle e não participarem da intervenção com RV no estágio inicial da pesquisa.

Mitigação: Os responsáveis serão informados detalhadamente sobre a importância do grupo controle para a validade científica da pesquisa, destacando como essa etapa contribui para avaliar os reais efeitos da intervenção com RV. Para garantir o engajamento das famílias, serão oferecidas palestras educativas mensais, abordando temas como desenvolvimento infantil, TEA e estratégias para estimular as habilidades das crianças no dia a dia. Ao término do estudo, as famílias do grupo controle terão acesso completo à intervenção com RV, assegurando que todos os participantes possam se beneficiar da proposta.

5. Riscos e Mitigação para ACC

A Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC) será realizada de forma estruturada para garantir a segurança e o bem-estar das crianças com TEA nível I, minimizando riscos e promovendo um ambiente acessível e motivador. Entre os riscos potenciais, destaca-se a fadiga física e o desconforto muscular, especialmente para aquelas que não estão acostumadas com a prática regular de exercícios coordenativos. Para mitigar esse risco, as sessões serão organizadas de maneira flexível, permitindo que cada participante realize os exercícios no seu próprio ritmo, com pausas programadas para evitar sobrecarga. Além disso, a intensidade dos movimentos será ajustada conforme a necessidade individual, garantindo um esforço adequado para cada criança.

Outro risco importante é a desmotivação e a frustração, que podem surgir caso a criança tenha dificuldade em realizar determinadas atividades ou não se sinta confortável com a progressão dos desafios. Para minimizar esse efeito, a estrutura da ACC será organizada de forma gradual, garantindo que cada criança alcance êxito antes de avançar para exercícios mais complexos. Além disso, o uso de feedback positivo e encorajamento contínuo ajudará a manter o engajamento e a autoconfiança dos participantes, promovendo uma experiência mais prazerosa e eficaz.

A sobrecarga sensorial também pode ser um desafio para algumas crianças, especialmente em relação a estímulos como barulhos, cores intensas ou interações inesperadas. Para mitigar esse fator, o ambiente será organizado para ser tranquilo e previsível, reduzindo distrações externas e ajustando os estímulos visuais e sonoros para evitar desconfortos. Dessa forma, a ACC será conduzida em um espaço seguro e acolhedor, proporcionando uma experiência mais confortável para os participantes.

Outro risco a ser considerado é a dificuldade na transição entre atividades, que pode gerar resistência ou desorganização durante o circuito. Para facilitar a fluidez das sessões, as transições serão acompanhadas por comandos visuais claros e instruções objetivas, além do suporte de um facilitador que auxiliará as crianças no momento da troca de tarefas, garantindo maior previsibilidade e organização.

Por fim, há a possibilidade de pequenos incidentes, como tropeços ou quedas, devido à execução dos movimentos coordenativos. Para evitar esse

risco, todas as atividades serão demonstradas antes da execução, garantindo que as crianças compreendam bem os movimentos antes de iniciá-los. O espaço será preparado para oferecer máxima segurança, utilizando superfícies antiderrapantes e eliminando obstáculos que possam causar quedas. Além disso, assistentes treinados estarão disponíveis para prestar suporte sempre que necessário.

5.3 BENEFÍCIOS

Este projeto prevê benefícios diretos e indiretos tanto para os participantes quanto para suas famílias. Os envolvidos terão acesso a informações que promovem o desenvolvimento individual das crianças e contribuem para o avanço do conhecimento científico sobre intervenções voltadas ao TEA. Além de participarem de atividades baseadas em testes científicos validados e tarefas motivantes, as crianças receberão acompanhamento detalhado e relatórios personalizados de desempenho, enquanto as famílias serão orientadas por meio de sessões educativas e materiais informativos.

5.3.1 Benefícios diretos aos participantes e famílias

a) Relatórios Individualizados: Cada participante receberá um relatório detalhado e de fácil compreensão ao final do treinamento, contendo os resultados das avaliações realizadas. Esses relatórios fornecerão informações úteis para acompanhamento clínico e educacional, destacando aspectos motores, cognitivos e comportamentais avaliados durante o projeto.

b) Sessões de Orientação e Cartilha de acompanhamento para os Responsáveis: Serão realizadas palestras e sessões de feedback com os responsáveis para explicar os resultados das avaliações, tirar dúvidas e fornecer orientações baseadas nos dados coletados. Essas sessões visam apoiar o entendimento sobre o desempenho das crianças e seu potencial de

desenvolvimento. Além disso, será fornecida uma cartilha de orientação em relação ao uso de telas e tipos de jogos que possibilitam melhora no desenvolvimento da criança, assim como, auxiliem no tratamento.

c) Participação em Atividades Inovadoras: As crianças terão a oportunidade de participar de atividades interativas e imersivas com RV, promovendo estímulos que podem melhorar habilidades motoras, cognitivas e comportamentais de maneira divertida e segura.

d) Estímulo ao Desenvolvimento Motor e Cognitivo: A intervenção com RV visa estimular a coordenação motora, a tomada de decisão, a autorregulação emocional e as funções executivas das crianças. Esses benefícios podem contribuir para avanços no comportamento e no desempenho em atividades do cotidiano.

5.3.2 Benefícios indiretos aos participantes e famílias

a) Contribuição para o Conhecimento Científico: Os dados coletados neste estudo ajudarão a construir um banco de informações relevante sobre o desenvolvimento motor e cognitivo de crianças com TEA da região do Vale do São Francisco, fomentando novas pesquisas e intervenções mais eficazes para esta população.

b) Aprimoramento das Práticas Clínicas e Educacionais: Os resultados do estudo poderão ser utilizados para aprimorar abordagens terapêuticas, pedagógicas e de reabilitação, beneficiando a comunidade escolar e os profissionais que acompanham crianças com TEA.

c) Incentivo à Implementação de Tecnologias Acessíveis: O sucesso das intervenções com RV pode estimular a adoção de tecnologias acessíveis nas escolas e clínicas da região, ampliando o acesso a recursos de apoio ao desenvolvimento infantil.

6.0 ASPECTOS ÉTICOS GERAIS

6.1 GARANTIAS ÉTICAS AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa será iniciada apenas após a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC), garantindo conformidade com as normas éticas vigentes. Este projeto está fundamentado na Resolução 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas com seres humanos, assegurando os direitos e o bem-estar dos participantes.

Após o recrutamento, será realizada uma reunião com os pais ou responsáveis, onde serão esclarecidos os objetivos do estudo, as atividades relacionadas à RV, possíveis riscos, benefícios e os mecanismos envolvidos no trabalho. Este momento será dedicado a sanar quaisquer dúvidas dos participantes e responsáveis, assegurando compreensão total sobre os procedimentos.

Somente após a aprovação livre e consciente dos responsáveis, a criança/adolescente poderá participar da pesquisa. Para isso, o responsável deverá assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), enquanto a criança assinará o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), conforme apropriado para sua faixa etária. Adicionalmente, será coletada a assinatura do Termo de Consentimento para Uso de Imagens e Gravações de Áudio, permitindo a gravação de imagens e sons para fins exclusivos da pesquisa. Ressalta-se que apenas as crianças cujos responsáveis concordarem livremente com esses termos participarão do estudo. Cada responsável receberá uma cópia dos documentos assinados, e a confirmação do envolvimento na pesquisa só terá validade após a assinatura por ambas as partes, responsáveis e crianças.

6.2 COMPROMISSO, SIGILO, ASSISTÊNCIA, INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO

Os pesquisadores comprometem-se a preservar o sigilo absoluto dos dados dos participantes da pesquisa, garantindo que todas as informações coletadas sejam tratadas com confidencialidade e utilizadas exclusivamente para fins científicos. Além disso, será aplicada a abordagem de "Análise de Intenção de Tratar", incluindo na análise todos os participantes, independentemente de desistências ou interrupções, assegurando a transparência e validade dos resultados. Este compromisso ético reflete a responsabilidade da equipe de pesquisa em proteger a integridade dos participantes, promovendo relevância social e científica no estudo.

Em conformidade com as Resoluções CNS nº 466/2012 e nº 510/2016, os pesquisadores asseguram que, em caso de qualquer dano decorrente da participação na pesquisa, previsto ou não no TCLE ou no TALE, o participante terá direito à assistência imediata, integral, gratuita e pelo tempo necessário para sua recuperação. Os pesquisadores também se comprometem a informar os participantes sobre seu direito de buscar indenização pelos danos resultantes da pesquisa. Adicionalmente, quaisquer gastos diretamente relacionados à participação na pesquisa, como transporte ou alimentação, serão ressarcidos conforme a necessidade individual de cada participante.

7.0 CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa poderá ser suspensa ou encerrada mediante abstenção da população em participar do estudo. Além disso, caso haja riscos à integridade física dos sujeitos incluídos no estudo, que não estejam presentes no termo de consentimento livre e esclarecido, a pesquisa também deverá ser suspensa ou encerrada.

8.0 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos ao final das coletas serão de propriedade dos pesquisadores envolvidos no projeto e utilizados exclusivamente para fins científicos e acadêmicos. Esses resultados serão divulgados no formato de artigos científicos publicados em periódicos indexados, apresentações em congressos da área de neurociência, educação e saúde, e outras formas apropriadas de disseminação científica.

Além disso, todos os responsáveis pelos participantes da pesquisa, independentemente de terem concluído ou não a etapa de intervenção, receberão um documento individualizado, elaborado de forma clara e acessível. Esse documento incluirá os resultados detalhados das avaliações realizadas ao longo do estudo, destacando aspectos relacionados ao desenvolvimento motor, cognitivo e comportamental das crianças.

O relatório individualizado será acompanhado de orientações gerais baseadas nos dados coletados, com o objetivo de apoiar a continuidade do desenvolvimento das crianças após o término da pesquisa. A análise dos dados incluirá tanto os participantes que concluíram a intervenção quanto aqueles que interromperam, conforme a abordagem de "Análise de Intenção de Tratar" adotada pela equipe de pesquisadores, garantindo transparência e abrangência na interpretação dos resultados.

Essa estratégia de divulgação busca atender aos princípios éticos da pesquisa e proporcionar um retorno significativo tanto para os participantes quanto para a comunidade científica.

9.0 RELEVÂNCIA SOCIAL

Este projeto tem como objetivo fornecer subsídios para o avanço no entendimento e na aplicação de tecnologias como a RV no desenvolvimento de crianças com TEA. Os dados gerados contribuirão para que profissionais de áreas como educação física, fisioterapia, terapia ocupacional, neuropsicologia e demais áreas da saúde tenham acesso a parâmetros motores, cognitivos e

comportamentais que permitam o planejamento de intervenções mais seguras, eficazes e personalizadas para essa população.

Além disso, o estudo visa demonstrar como a RV pode ser utilizada não apenas como ferramenta de avaliação, mas também como um meio terapêutico, promovendo melhorias em habilidades como coordenação motora, funções executivas, tomada de decisão e autorregulação emocional.

Os resultados desta pesquisa servirão de base para o desenvolvimento de novos estudos e intervenções tecnológicas voltadas para o TEA, ampliando as possibilidades de inclusão e progresso acadêmico, social e funcional dessas crianças. Por fim, o projeto busca beneficiar diretamente a comunidade do Vale do São Francisco, gerando um banco de dados que poderá ser utilizado para orientar políticas públicas e práticas educacionais inclusivas, além de fomentar o desenvolvimento de programas de treinamento baseados em evidências científicas.

10.0 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos objetivos específicos, serão aplicados métodos estatísticos apropriados para avaliar as relações entre variáveis e testar hipóteses, garantindo rigor metodológico e validação dos resultados. Inicialmente, serão realizadas análises descritivas para caracterizar a amostra em termos de idade, gênero, gravidade do diagnóstico de TEA, e informações sobre o uso de medicamentos, como tipo, dose, frequência e duração. Essas variáveis serão apresentadas como médias e desvios-padrão para dados contínuos, ou frequências e proporções para dados categóricos. Para os testes de associação entre o uso de medicamentos e o desempenho nos testes cognitivos e comportamentais, será utilizada a correlação de Pearson ou Spearman, dependendo da normalidade dos dados avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk.

Diferenças entre grupos, serão analisadas por meio de testes t independentes ou Mann-Whitney, para dados contínuos, e pelo teste qui-quadrado ou exato de Fisher para variáveis categóricas. Caso sejam

analisadas diferenças entre mais de dois grupos, será aplicada a análise de variância (ANOVA) ou ANOVA de medidas repetidas, com ajustes post hoc por Bonferroni, ou o teste de Kruskal-Wallis para dados não paramétricos.

Para os objetivos que envolvem análise de preditores, como o impacto do uso de medicamentos na atenção, função executiva ou na autorregulação, serão aplicados modelos de regressão linear múltipla, ajustando para variáveis de confusão como idade, gênero e gravidade do TEA. Quando apropriado, modelos de regressão logística serão utilizados para variáveis de desfecho binárias, como presença ou ausência de efeitos adversos graves relacionados aos medicamentos.

Para avaliar mudanças longitudinais, como o impacto da intervenção em tarefas realizadas em realidade virtual ou do uso de medicamentos no desempenho ao longo do tempo, será empregada a análise de modelos mistos lineares (Linear Mixed Models), que permitem a análise de dados dependentes, considerando efeitos fixos e aleatórios. Essa abordagem será aplicada para comparar medições pré e pós-intervenção, incluindo interações entre grupos e tempo.

Todas as análises serão conduzidas no software estatístico JAMOV, com nível de significância estabelecido em $p < 0,05$. Correções para múltiplas comparações serão aplicadas quando necessário, para controlar o erro tipo I. A interpretação dos resultados considerará a magnitude dos efeitos, e não apenas a significância estatística, para garantir conclusões clinicamente relevantes.

1.0 CRONOGRAMA

A coleta de dados do presente projeto só iniciará após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa do HU-UNIVASF.

*** Cronograma de execução:**

Identificação da Etapa	Início (dd/mm/aaaa)	Término (dd/mm/aaaa)
Submissão ao Comitê de Ética	19/03/2025	19/03/2025
Coletas Pré-Intervenção	15/05/2025	30/05/2025
Intervenção	02/06/2025	14/11/2025
Coletas Pós-Intervenção	17/11/2025	12/12/2025
Entrega dos relatórios	01/01/2026	30/01/2026
Registro dos dados junto a Plataforma Brasil	02/03/2026	31/03/2026



Fernando de Aguiar Lemos
Pesquisador Responsável

12.0 ORÇAMENTO

Título do Projeto: Efeitos de 12 semanas de intervenção com realidade virtual no desempenho motor, cognitivo, comportamental e socioemocional de crianças e adolescentes com transtorno do espectro do autismo nível I: um ensaio clínico randomizado com follow-up.

Pesquisador Responsável: Fernando de Aguiar Lemos

Fonte(s) dos recursos (Instituição ou pessoa) (caso exista): Pesquisador Responsável

	Valor em R\$
MATERIAL PERMANENTE	29.837,49
MATERIAL DE CONSUMO	160,50
DESPESAS COM SUJEITOS DA PESQUISA	2.400
OUTROS	-
TOTAL	32.397,99

Os equipamentos permanentes já foram adquiridos e são de responsabilidade do pesquisador responsável.

As famílias participantes da pesquisa que assim desejarem receberão ressarcimento para cobrir os custos de transporte até o local das atividades e alimentação durante as sessões.



Fernando de Aguiar Lemos
Pesquisador Responsável

13.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALI, M. R.; ALI, A. M.; KHAN, S. Application of Virtual Reality in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 53, n. 4, p. 1524–1538, 2023.
2. AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. 5. ed. Arlington: American Psychiatric Association, 2013.
3. BEKELE, E.; CAGLAYAN, B.; SWANSON, A.; SARKAR, N. An Exploratory Study of Joint Attention Elicitation in Autism using Virtual Reality Technology. *Autism Research and Treatment*, v. 2013, p. 1-11, 2013.
4. BHAT, A. N. Is motor impairment in children with autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? A report from the SPARK study. *Physical Therapy*, v. 101, n. 2, p. 1-15, 2021.
5. JONES, W.; KLIN, A. Attention to eyes is present but in decline in 2–6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature*, v. 504, n. 7480, p. 427-431, 2013.
6. KIM, J.; JAHNG, E.; LEE, J. The Effectiveness of Virtual Reality Interventions for Children with Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis. *Computers in Human Behavior*, v. 62, p. 271-280, 2015.
7. LAHIRI, U.; WARREN, Z.; DAS, T. M. Design of a virtual reality-based adaptive response technology for children with autism. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, v. 19, n. 4, p. 485-495, 2011.
8. LICARI, M. K.; SPENCER-SMITH, M. M.; HILL, E. L.; et al. Associations between motor coordination difficulties and executive function in children with developmental coordination disorder (DCD) and autism spectrum disorder (ASD). *Human Movement Science*, v. 70, p. 102583, 2020.
9. NEWBUTT, N.; FLYNN, R.; HUANG, H. Use of immersive virtual reality to understand social perspective-taking in children with autism. *Autism*, v. 20, n. 4, p. 371-384, 2016.
10. PARSONS, S. Authenticity in virtual reality for assessment and intervention in autism: A conceptual review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 46, n. 2, p. 462-472, 2016.
11. PUBMED SEARCH STRATEGY. *Virtual reality and autism spectrum disorder*. 2023. Disponível em: <https://pubmed.gov>. Acesso em: 5 fev. 2025.
12. TECNOLOGIA DIGITAL. *A tecnologia digital no auxílio à educação de autistas*. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/3660>. Acesso em: 5 fev. 2025.

13. VIRTUAL-REALITY-BASED TECHNIQUES. *Advances in Virtual Reality for Autism Intervention*. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 5 fev. 2025.
14. WHO. *World Health Organization. Autism spectrum disorders*. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. Acesso em: 5 fev. 2025.
15. ZWAIGENBAUM, L.; BAUMAN, M. L.; CHUNG, W. K.; et al. Early Identification and Interventions for Autism Spectrum Disorder: Executive Summary. *Pediatrics*, v. 136, n. Suppl 1, p. S1-S9, 2015.