



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**TREINO COM REALIDADE VIRTUAL NO ALCANCE MANUAL DE  
CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO CRUZADO**

**NATÁLIA FEITOZA DO NASCIMENTO**

**Natal**

**2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

Treino com realidade virtual no alcance manual de crianças com  
Paralisia Cerebral: Ensaio Clínico Randomizado Cruzado

**NATÁLIA FEITOZA DO NASCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte –  
Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, para obtenção do título de  
Mestre em Fisioterapia.

Linha de Pesquisa: Avaliação e intervenção nos sistemas nervoso e  
musculoesquelético.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Raquel Rodrigues Lindquist.

**Natal  
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:**

Prof. Dr. Ricardo Guerra Oliveira

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

Treino com realidade virtual no alcance manual de crianças com  
Paralisia Cerebral: Ensaio Clínico Randomizado Cruzado

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Raquel Rodrigues Lindquist - Presidente - UFRN

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Thereza Albuquerque Barbosa Cabral Micussi - Membro interno  
- UFRN

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karla Mônica Ferraz Teixeira Lambertz - Membro externo - UFPE

UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede  
Catalogação da Publicação na Fonte

Nascimento, Natália Feitoza do.

Treino com realidade virtual no alcance manual de crianças com paralisia cerebral: ensaio clínico randomizado cruzado / Natália Feitoza do Nascimento. - Natal, RN, 2015.

76 f. : il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Raquel Rodrigues Lindquist.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

1. Paralisia cerebral - Mestrado. 2. Realidade virtual - Mestrado. 3. Fisioterapia - Mestrado. 4. Reabilitação – Mestrado. I. Lindquist, Ana Raquel Rodrigues. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 616.831

## Dedicatória

*Dedico aos meus queridos pais, meus alicerces!*

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, Pai nosso que é minha fonte de luz e guia meu caminho me dando fé, coragem e serenidade para lutar em busca dos meus objetivos. Muito Obrigada Senhor!

Aos meus pais, agradeço a Deus por vocês existirem e por se fazerem presente nas alegrias e dificuldades de minha trajetória. Esses dois anos de dedicação só foi possível pelo apoio dessa família linda que tenho a benção de ter. À Minha mãe Débora, minha maior incentivadora, minha companheira, ao meu pai Sebastião, meu exemplo de pai e amigo, nunca mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso. À minha querida irmã e melhor amiga Priscila que sempre me apoiou com muito otimismo. Amo muito vocês! Conseguimos!

Ao meu namorado Álvaro por me entender tão bem e me acompanhar sempre em todos os momentos, pela tranquilidade, pelo amor. Você é um presente de Deus. Te amo muito!

À minha orientadora Ana Raquel por permitir que eu fizesse parte dessa equipe, pela confiança depositada, pelas instruções dadas e por me transmitir sempre muita calma nos momentos mais difíceis. Pela atenção metodológica, por cada detalhe. Obrigada pela oportunidade, por acreditar e me incentivar nesse projeto! Fico muito feliz em ter realizado meu primeiro estudo com crianças sendo orientada de uma pesquisadora tão competente!

Às crianças, quanta alegria! Elas são realmente muito especiais, quanto carinho! Agradeço cada sorriso, gesto e abraço, eles foram transformadores em dias difíceis. Esse projeto foi feito para vocês. Agradeço também aos pais destas crianças por trazê-las ao departamento acreditando no nosso trabalho.

Agradeço aos amigos do LIAM pelo convívio diário, pelo conhecimento, obrigada por cada palavra linda e motivadora de vocês, tive o maior prazer em conviver com essa equipe. Foi mais de um ano e meio de coletas onde pude

acompanhar e ajudar projetos dos quais admiro e acredito.

Obrigada Raphaella, Camila e Janice por iniciarem junto comigo desde os estudos pilotos. Jan, você é uma querida, obrigada pela ajuda amiga, pelo apoio, pela alegria diária e pelo compromisso, além da amizade. À Tatiana pela ajuda na reta final, pelas suas contribuições sempre muito importantes. Larissa, muito obrigada pela amizade, por sempre estar presente, pelas conversas e conselhos. Aos alunos da graduação, muito queridos e que muito se empenharam durante as coletas: Matheus, Natália e Thallyta. Desejo a vocês todos muito sucesso!

Aos professores das disciplinas cursadas, obrigada pelo aprendizado, aos amigos do Mestrado, à professora Fabrícia por disponibilizar o software que tanto precisávamos. Às professoras Karla Mônica, Thereza e Jaqueline pelas contribuições nesta pesquisa. Aos funcionários queridos do departamento da UFRN, em especial Marcos, Geyse e Eudione pela prestatividade em todos os momentos e pelas inúmeras ligações.

Aos familiares que muito me confortaram com carinho durante esses anos e que entenderam minha ausência em datas especiais. À minha prima Líbia pelo incentivo desde o início do processo, à minha avó Irene pelas palavras doces ditas. Muito obrigada pelo carinho! Ao meu avô José, *in memoriam*, sei o quanto estaria feliz nesse momento. Amo vocês!

Às amigas de Recife: Fernanda, Vanessa, Waleska, Roxana e Simone. Aos amigos do IMIP que influenciaram minha decisão na busca pela pesquisa, sobretudo à Cristina que me fez acreditar que seria possível.

À minha professora Dominique Babini por se fazer presente, pelos conselhos ainda na minha época de graduação; pela lembrança.

Meus sinceros agradecimentos aos que participaram de maneira direta e indireta desta pesquisa.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito  
debaixo do céu.” Eclesiastes 3:1



## Resumo

**Introdução:** O comprometimento da função do membro superior (MS) de crianças com Paralisia Cerebral (PC) hemiparética espástica restringe sua participação em atividades sociais. A realidade virtual (RV) tem demonstrado resultados promissores na recuperação funcional dessa população, todavia, poucos estudos avaliaram sua efetividade no movimento de alcance manual destas crianças. **Objetivo:** Analisar os efeitos do treino com RV no movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica. **Materiais e métodos:** Foi realizado um ensaio clínico randomizado cruzado, onde a amostra foi formada por 12 crianças com diagnóstico de PC hemiparética, de ambos os sexos com idade média de  $9,63 \pm 2,3$  anos. A caracterização da amostra foi realizada por meio da avaliação do tônus muscular, amplitude de movimento, força de preensão manual, desempenho funcional, habilidade manual e incapacidades. A análise cinemática dos MMSS foi realizada pelo *Qualisys Motion Capture System*®. O protocolo do estudo consistiu em 2 dias de treinos e 1 de reavaliação. Os treinos A (Nintendo Wii®) e B (protocolo convencional) as crianças foram randomizadas nas sequências A-B e B-A, com intervalo de uma semana. Foi realizada avaliação cinemática imediatamente pré e pós-treinos e após uma semana. Os dados foram analisados pelo programa SPSS 20.0 (*Statistical Package for the Social Science*) atribuindo-se um nível de significância de 5%. As variáveis cinemáticas foram analisadas através da ANOVA *two-way* para medidas repetidas. **Resultados e Discussão:** Não foram observadas alterações significativas das variáveis angulares e espaço temporais entre os grupos. A RV utilizada na intervenção para melhorar a função de MMSS em crianças com PC continua a ser um método relativamente novo. **Conclusão:** O treino com RV não foi capaz de melhorar desempenho no alcance manual das crianças com PC hemiparética espástica.

**Descritores:** Paralisia Cerebral, Reabilitação, Fisioterapia, Realidade Virtual

## ABSTRACT

**Introduction:** The disability of upper limb function (MS) of children with Cerebral Palsy (CP) spastic hemiparetic restricts their participation in social activities. Virtual reality (VR) has shown promising results in functional recovery of this population, however, few studies have evaluated its effectiveness in the reaching of motion of these children. **Objective:** To assess the effects of training with RV in the movement range of children with CP spastic hemiparetic. **Materials and Methods:** We conducted a randomized crossover trial, where the sample consisted of 12 children diagnosed with PC hemiparetic, both genders, with a mean age of  $9.63 \pm 2.3$  years. The sample characterization was performed by assessing muscle tone, range of motion, grip strength, functional performance, handicraft and desability. Kinematic analysis of the upper limb was performed by Qualisys Motion Capture System®. The study protocol consisted of two days of training and 1 reevaluation. The training A (Nintendo Wii®) and B (standard protocol) were randomized the children in AB and BA sequences, with one week interval. Immediately kinematics pre and post-training was held and after a week. Data were analyzed using SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Science) assigning a 5% significance level. The kinematic variables were analyzed by two-way ANOVA for repeated measures. **Results and Discussion:** No significant changes were observed for the angular variables and space-time between groups. The RV used for intervention to improve upper limb function in children with CP is still a relatively new method. **Conclusion:** Training with RV was not able to improve the reaching performance of children with cerebral palsy spastic hemiparetic.

**Keywords:** Cerebral Palsy, Rehabilitation, Physiotherapy, Virtual Reality

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Processo do recrutamento e seleção da amostra.....	15
<b>Figura 2.</b> Câmera Qualisys Oqus 300.....	20
<b>Figura 3.</b> Calibração do sistema.....	20
<b>Figura 4.</b> Posicionamento dos marcadores passivos nos pontos anatômicos, figura 4-A: vista anterior e 4-B: vista posterior.....	22
<b>Figura 5.</b> Cenário para análise cinemática com o posicionamento da mesa e as câmeras (5-A), vista lateral da mesa para realização do alcance em 3 direções: anterior, média e lateral (5-B).....	23
<b>Figura 6.</b> Posições do cubo na mesa.....	23
<b>Figura 7.</b> Nintendo Wii® e seus componentes: o controle e o <i>nunchak</i> .....	25
<b>Figura 8.</b> A figura 8-A representa a familiarização com o primeiro jogo de RV (jogo de tênis), as figuras 8-B e 8-C representam o treino experimental referente ao jogo de tênis.....	26
<b>Figura 9.</b> Representação de um modelo estático de MMSS, tronco e pelve, gerado pelo <i>Qualisys Motion Capture System</i> (9-A) e pelo visual 3D <i>cmotion</i> (9-B) e de um modelo dinâmico do movimento de alcance no visual (9-C).....	30
<b>Figura 10.</b> Representação gráfica das variáveis angulares ombro (A) e cotovelo (B), gerados no processamento dos dados no software visual 3D.....	31
<b>Figura 11.</b> Fluxograma baseado nas diretrizes do Consort 2010.....	33
<b>Figura 12.</b> Curva de amplitude de movimento de ombro nos membros superiores nos períodos pré, pós treino com realidade virtual (treino A), convencional (treino B) e retenção no alcance em direção medial.....	41
<b>Figura 13.</b> Curva de amplitude de movimento de cotovelo dos membros superiores nos períodos pré, pós treino com realidade virtual (treino A) e convencional (treino B) e retenção no alcance em direção medial.....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Protocolo experimental.....	24
<b>Tabela 2.</b> Caracterização da amostra com medidas clínicas e demográficas..	36
<b>Tabela 3.</b> Comportamento das variáveis angulares de ombro pré, pós treinos e <i>follow-up</i> .....	37
<b>Tabela 4.</b> Comportamento das variáveis angulares de cotovelo pré, pós treinos e <i>follow-up</i> .....	38
<b>Tabela 5.</b> Comportamento das variáveis espaço-temporais pré treino, pós treino e <i>follow-up</i> entre os grupos.....	40

## SIGLAS

**AVC-** Acidente Vascular Cerebral

**AVD-** Atividades de Vida Diária

**ADM-** Amplitude de Movimento

**DM-** Duração de Movimento

**IMC-** Índice de Massa Corpórea

**MACS-** *Manual Abilities Classification System*

**MMII-** Membros Inferiores

**MMSS-** Membros Superiores

**MS-** Membro Superior

**PC-** Paralisia Cerebral

**PEDI-** *Pediatric Evaluation Disability Inventory*

**PM-** Preensão Manual

**PV-** Pico de Velocidade

**RV-** Realidade Virtual

**SNC-** Sistema Nervoso Central

**SPSS-** *Statistical Package for the Social Science*

**QTM-** *Qualisys Motion Capture*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>x</b>
<b>SIGLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>7</b>
<b>3. HIPÓTESES</b> .....	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	
4.1 Geral.....	12
4.2 Específico.....	12
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	
5.1 Delineamento do estudo.....	14
5.2 Aspectos éticos.....	14
5.3 População e amostra.....	14
5.3.1 Critérios de inclusão e exclusão.....	15
5.4 Aleatorização.....	16
5.5 Instrumentos	
5.5.1 Avaliação do Tônus Muscular.....	16
5.5.2 Avaliação da Amplitude Movimento Passiva.....	17
5.5.3 Avaliação da Força de Prensão Manual.....	17
5.5.4 Avaliação da Habilidade Manual.....	18
5.5.5 Avaliação do Desempenho Funcional Manual.....	18
5.5.6 Avaliação de Incapacidade Pediátrica.....	18
5.5.7 Avaliação Cinemática dos Membros Superiores.....	19
5.6 Procedimentos de Avaliação.....	20
5.6.1 Análise Cinemática.....	21
5.7 Procedimentos de intervenção.....	23
5.7.1 Protocolo Experimental.....	24
5.8 Redução dos dados da cinemática.....	28

5.9 Desenho esquemático do período de intervenção.....	32
5.10 Fluxograma.....	33
5.11 Análise dos dados.....	34
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>7. DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>10. APÊNDICE.....</b>	<b>59</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## **1. Introdução**



A Paralisia Cerebral (PC) é descrita como um conjunto de alterações motoras e posturais decorrentes de lesões não progressivas do SNC, <sup>1,2,3,4</sup> em virtude de malformações cerebrais, lesões periventriculares e subcorticais que são originadas nas fases: pré e perinatal ou na infância. <sup>5</sup> Sua prevalência mundial é cerca de 2 a 2,5 a cada 1000 nascidos vivos. <sup>6</sup> É a causa mais importante de limitação motora na infância <sup>7</sup> e pode estar associada a alterações na cognição e comunicação. <sup>8</sup>

A classificação da PC pode ser realizada de acordo com o tipo de alteração de tônus muscular e a distribuição topográfica. <sup>2</sup> A forma espástica é a mais frequente anormalidade do tônus muscular correspondendo de 72 a 91% dos casos de PC, e consiste no aumento do tônus da velocidade-dependente ao estiramento reflexo, causando aumento da resistência durante um alongamento passivo. Essa alteração contribui para a ocorrência de contraturas musculares e deformidades ósseas. <sup>9,10</sup> Quanto à topografia, há evidências de uma diminuição cada vez maior crianças prematuras com diplegia espástica, enquanto que a prevalência de hemiparéticas aumentou. <sup>11,12</sup> A hemiparesia corresponde ao comprometimento de um hemicorpo, direito ou esquerdo, e ocorre em 25% a 33% das crianças com PC. <sup>13</sup>

Nestes casos, além do aumento do tônus muscular, são observadas algumas características clínicas no membro superior (MS) como diminuição da força muscular e posicionamento em rotação interna do ombro, flexão e pronação do cotovelo, flexão do punho, déficits sensoriais e coordenação, às quais prejudicam a execução dos movimentos. <sup>14</sup>

O comprometimento da função do MS acometido na criança hemiparética espástica é considerado uma limitação importante que restringe sua participação em atividades do cotidiano. <sup>15</sup> Em geral, há um atraso no desenvolvimento motor do membro superior, que está relacionado a danos no córtex motor primário, a área motora suplementar e córtex pré-motor, que são áreas envolvidas no planejamento, controle e execução de movimentos. Os danos nos substratos neurais envolvidos no controle motor, bem como na integração sensorio-motora da experiência do membro levam à falta de desenvolvimento e refinamento dos movimentos no membro acometido. Além

disso, estas crianças tendem a realizar uma compensação funcional utilizando predominantemente o membro não acometido. Isso pode resultar na supressão da representação cortical do membro acometido, inibindo e dificultando ainda mais o seu uso funcional.<sup>16</sup>

As principais alterações funcionais apresentadas pela criança com hemiparesia espástica estão relacionadas aos movimentos de alcance manual, preensão e manipulação.<sup>17,18,19</sup> O alcance manual é definido como o movimento voluntário do MS em direção a um objeto e representa uma importante habilidade motora que ocorre durante a infância.<sup>20,21</sup> Normalmente, o alcance de um MS exige movimentos da articulação do ombro, incluindo a escápula, a articulação do cotovelo e movimentos de abertura dos dedos. O movimento articular necessário difere em função da distância e direção do alcance.<sup>22</sup>

A aquisição do alcance manual possibilita as primeiras explorações e manipulações da criança contribuindo, sobretudo, para o desenvolvimento motor, social, perceptual e cognitivo.<sup>23,24,25</sup> As habilidades motoras de alcance e preensão manuais são planejadas e executadas a partir da percepção visual que um indivíduo tem sobre a posição do corpo no espaço e em relação ao objeto.<sup>26</sup> Quando comparadas com crianças que tem desenvolvimento típico, o alcance manual em crianças com PC é irregular, mais lento, fraco e não linear.<sup>27</sup>

Nos últimos anos, as intervenções terapêuticas que visam à reabilitação do MS de crianças com PC hemiparética têm enfatizado atividades funcionais e a prática repetida em vários contextos com *feedback*, o que possibilita informações sobre o ambiente e sobre suas relações com ele. A prática de um ato representa um pré-requisito indispensável para se adquirir habilidade na execução da tarefa. Estudos tem mostrado que o treino específico em relação à tarefa tem promovido melhora no quadro motor de crianças com distúrbios de movimento, uma das vantagens reside no fato de a criança ver as vantagens de adquirir determinada habilidade. Aprender a estender a mão e a pegar um brinquedo, implica em poder brincar com ele.<sup>28</sup>

Entretanto, as crianças com PC tendem a apresentar dificuldade na prática repetida de atividades por causa da falta de motivação ao executar algumas tarefas.<sup>29</sup> Uma vez que a atividade precisa: ser importante, desejável e fazer sentido.<sup>28</sup>

A realidade virtual (RV) tem sido usada como ferramenta terapêutica em adultos e crianças por possibilitar experiências similares às atividades da vida diária, possibilitando movimentos repetitivos, com *feedback* sensorial artificial além de ter um caráter lúdico, que motiva o sujeito durante a terapia. A RV é definida como uma abordagem entre o usuário e uma interface computadorizada que envolve a simulação em tempo real de determinado ambiente, permitindo sua interação e imersão neste cenário através de múltiplos canais sensoriais e que vem sendo usada para a reabilitação da função.<sup>30</sup> Este tipo de terapia reúne três elementos-chave envolvidos na aprendizagem motora: a repetição, a motivação e o *feedback* sensorial.<sup>31,32</sup>

A repetição da tarefa possibilita a diminuição de erros, ou seja, o processo de aprendizagem desenvolve estratégias cada vez mais precisas para desempenhar determinada atividade. A motivação é alcançada na terapia devido ao contexto do ambiente agradável e atraente às crianças levando-as ao engajamento na tarefa. O *feedback* sensorial através dos ambientes virtuais proporcionam uma estimulação intensiva sensório-motora necessária para induzir uma reorganização cerebral.<sup>32</sup>

O *feedback* sensorial externo proporcionado pela RV contribui para o conhecimento de resultados e desempenho em tempo real fornecido para os indivíduos que realizam tarefas motoras, melhoram a sua aprendizagem e, finalmente, a sua habilidade na aquisição.<sup>33</sup> O uso do *feedback* aumentado tem o potencial de ajudar a criança a desenvolver o controle motor antecipatório, bem como de aumentar a adesão do programa de reabilitação. Os desafios da tarefa podem ser apresentados na segurança de um ambiente virtual, protocolos podem ser apresentados de forma padronizada utilizando ambientes simulados, contando com formas de interatividade que são projetados para envolver e motivar os pacientes. A RV pode fornecer soluções de baixo custo, potencialmente para entrega local e remota de terapias.<sup>34,35</sup>

A utilização da RV na reabilitação neurológica é uma abordagem terapêutica que está sendo explorada em adultos e crianças com resultados promissores. Estudos demonstraram que os neurônios no cérebro humano adulto aumentam as suas taxas de disparo quando o indivíduo observa movimentos sendo executados por outra pessoa promovendo a ativação do sistema de neurônios-espelho. Esta ativação pode induzir à reorganização cortical e possivelmente contribuir para a recuperação funcional.<sup>36</sup>

Um estudo de caso realizado por You *et al.* com crianças hemiparéticas mostrou evidências de alterações neuroplásticas associadas ao aumento das habilidades funcionais quando o treinamento foi realizado em um ambiente virtual. Além disso, Gordon *et al.* relataram que sistemas que vão desde parcial a completa imersão podem promover melhorias em membros superior e inferior nos pacientes com Acidente Vascular Cerebral (AVC) e crianças com PC. Tendo por bases estes estudos, programas de tratamento para crianças com PC usam cada vez mais ambientes virtuais.<sup>36</sup>

Na reabilitação, a RV é utilizada para treinamento dos membros inferiores (MMII), postura e membros superiores (MMSS) que oferece uma oportunidade para a manipulação e prática repetida em um ambiente seguro e controlado.<sup>37,38,39,40</sup>

Por meio das informações aferentes proporcionadas pelas experiências, a criança explora os movimentos e a partir dessa exploração, ela é capaz de selecionar os padrões de movimento mais eficientes para as exigências da tarefa explorada.<sup>28</sup> Assim, terapias que sejam capazes de aprimorar a percepção de crianças sobre estímulos externos e favorecer processos de exploração de seleção de comportamentos motores devem ser investigadas.

Dois artigos investigaram os MMSS de crianças com PC. O primeiro deles foi realizado por Reid *et al.*, que utilizou a RV para melhorar o controle dos MMSS em crianças com PC. Foram analisados os efeitos imediatos do treino com RV após uma sessão de treino e todas as crianças apresentaram melhora no controle motor e mostraram-se motivadas.<sup>41</sup> O segundo foi desenvolvido por Chen *et al.*, no qual 4 crianças foram submetidas a 4 sessões de terapia de RV. Os resultados deste estudo mostraram que houve melhora

na performance do movimento de alcance manual bem como no controle motor dos MMSS. <sup>27</sup>

Recentemente, um ensaio clínico controlado randomizado mostrou melhora na função de MS das crianças com PC hemiparética, baseado em treinamento *Wii Sports Resort™* em casa. Houve diferença significativa entre os grupos na coordenação e função da mão evidenciando melhora no grupo submetido à RV, no entanto a coordenação foi medida em duas articulações separadamente através de vídeo e a força de preensão manual foi mensurada como contração isométrica voluntária máxima utilizando o dinamômetro. <sup>42</sup>

Apesar de alguns autores demonstrarem resultados promissores da RV utilizada na reabilitação, pouco se sabe ainda sobre os efeitos desta tecnologia no movimento de alcance manual em crianças com PC hemiparética. Desta forma, este estudo pretende avaliar os efeitos imediatos do treino com RV no movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética.

## **2. Justificativa**

A Realidade Virtual, como ferramenta na reabilitação neurológica, tem se tornado cada vez mais frequente devido ao seu contexto lúdico, interativo e motivacional. Por isso, diversos estudos com diferentes populações tem buscado evidenciar seus benefícios em patologias cognitivas, sensitivas ou motoras.

Sabendo-se que os déficits motores no membro superior prejudicam o movimento de alcance em crianças com PC hemiparética restringindo suas atividades de vida diária, independência funcional e participação social, torna-se pertinente propor estratégias e utilizar recursos terapêuticos que sejam capazes de envolver, motivar e melhorar o desempenho motor no alcance dessas crianças através do recurso da realidade virtual. Além disso, sistemas de jogos como o Wii® são acessíveis e muitos serviços de fisioterapia podem dispor dessa ferramenta.

Até o presente momento não há estudos que mostrem os efeitos imediatos de um treino sobre o movimento do alcance manual em diferentes direções, sobre as características cinemáticas e função motora para analisar a eficácia de uma intervenção de realidade virtual a fim de melhorar a função do membro superior acometido em crianças com PC hemiparética. Portanto, são necessários estudos que forneçam evidências científicas que elucidem os resultados deste tipo de terapia.

### **3. Hipótesis**



### **3.1 Hipótese Experimental ( $H_1$ )**

O treino com realidade virtual promoverá alterações dos parâmetros espaço temporais e angulares na cinemática do membro superior acometido durante o movimento de alcance manual em crianças com PC hemiparética espástica.

### **3.2 Hipótese Nula ( $H_0$ )**

O treino com realidade virtual não promoverá alterações dos parâmetros espaço temporais e angulares na cinemática do membro superior acometido durante o movimento de alcance manual em crianças com PC hemiparética espástica.

#### **4. Objetivos**

#### **4.1 Objetivo Geral**

Analisar os efeitos do treino com realidade virtual sobre o movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar os efeitos do treino com RV nas variáveis espaço temporais e angulares no movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica;
- Avaliar os efeitos do treino convencional nas variáveis espaço temporais e angulares no movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica;
- Comparar os efeitos do treino com RV com o treino baseado em técnicas convencionais nas variáveis espaço temporais e angulares no movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica.

## **5. Materiais e métodos**

### **5.1 Delineamento do estudo**

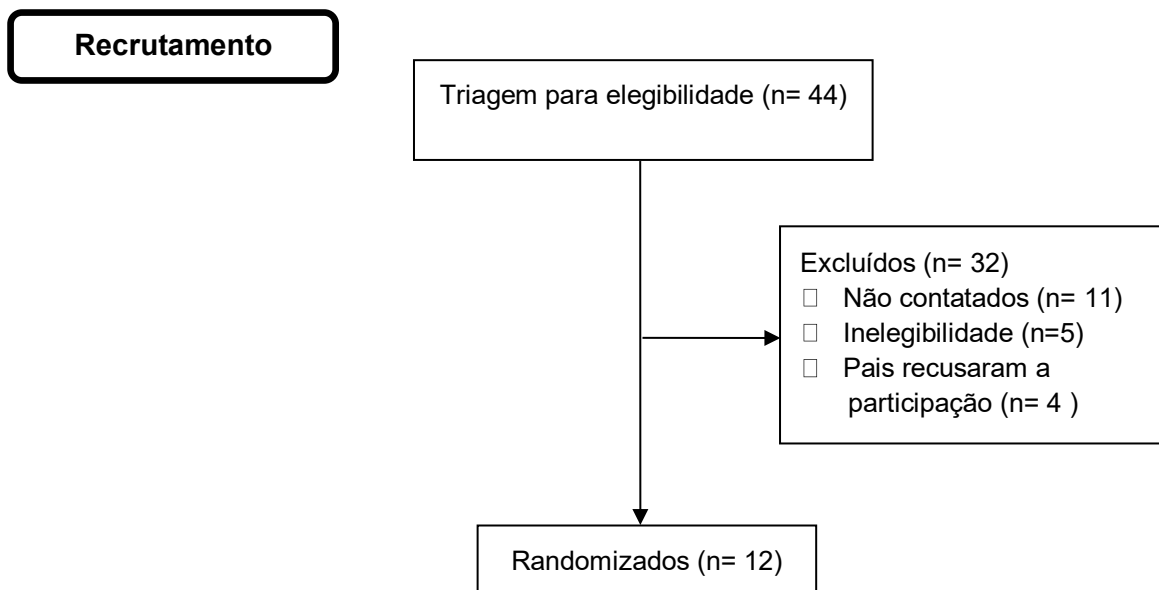
Trata-se de um ensaio clínico randomizado cruzado (*crossover*), realizado no Laboratório de Intervenção e Análise do Movimento (LIAM), Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Os dados foram coletados entre os meses de abril a outubro de 2014.

## **5.2 Aspectos Éticos**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN sob o parecer de número 308.763/2013 e CAAE nº. 12649913.0.0000.5537, sendo respeitados os aspectos éticos da Resolução no 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice 1). Todos os responsáveis pelas crianças assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização de uso da imagem. (Apêndices 3 e 4, respectivamente).

## **5.3 População e amostra**

A amostra do estudo foi recrutada a partir de uma população de crianças com Paralisia Cerebral atendidas em centros de referência públicos da cidade de Natal, Rio Grande do Norte. A seleção dos sujeitos foi do tipo não probabilística, por conveniência a partir de lista de atendimento de crianças no Centro de Reabilitação Infantil (CRI), Associação de Orientação ao Deficiente (ADOTE) e Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais-RN (APAE-RN). Participaram do estudo 12 crianças de ambos os sexos, diagnóstico clínico de Paralisia Cerebral do tipo hemiparética espástica, com idade compreendida entre 6 e 12 anos com média de  $9,63 \pm 2.30$  anos. Foram elegíveis 12 crianças para participação desta pesquisa. O recrutamento da amostra está descrito na Figura 1.



**Figura 1.** Processo do recrutamento e seleção da amostra

### 5.3.1 Critérios de inclusão e exclusão

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: diagnóstico de Paralisia Cerebral do tipo hemiparesia espástica com idade entre 6 a 12 anos, cognição preservada para compreensão das instruções, não apresentar déficits auditivo e visual importantes, habilidade manual do membro superior afetado classificada nos níveis II e III do Sistema de Classificação Manual<sup>8,27</sup> (MACS, do inglês *Manual Abilities Classification System*). O nível II corresponde às crianças que são capazes de manipular a maioria dos objetos com menor qualidade e/ou velocidade do movimento, enquanto que no nível III estão aquelas que manipulam objetos com dificuldade e baixa velocidade, necessitando de ajuda para organização das atividade<sup>25</sup>. Espasticidade classificada entre os níveis 0 e 3 da Escala Modificada de Ashworth.<sup>6</sup> Não ter realizado cirurgias ortopédicas, nem ter feitos uso de toxina botulínica há menos de 6 meses, não apresentar crises convulsivas (medicação controlada).

Foram adotados como critérios de exclusão: presença de dor ou desconforto durante a realização do treinamento, recusa para seguir os comandos e instruções e descontinuidade das intervenções.

#### **5.4 Aleatorização**

Uma tabela de randomização foi gerada pelo site [randomization.com](http://randomization.com)<sup>51</sup>, no qual 12 crianças foram divididas aleatoriamente randomizadas em dois grupos, por permuta de integrantes, para definir a sequência dos treinos. Os participantes foram alocados em dois tipos de sequências: AB (submetido ao treinamento com Realidade Virtual, seguido pelo treinamento convencional), e BA (treino convencional, seguido do treino com Realidade Virtual). Os treinamentos tiveram um intervalo de uma semana, que foi considerado como período de *washout*, para definir a sequência de treinos, visto que as crianças participaram dos dois tipos de treinos. O procedimento de randomização foi realizado por um indivíduo que não participou nem da avaliação nem do treinamento das crianças. Todos os participantes que durante a avaliação ou intervenção apresentaram desconforto ou recusa para seguir os comandos e instruções, foram excluídos do estudo.

#### **5.5 Instrumentos de Medidas de Avaliação**

Primeiramente foram avaliadas medidas antropométricas como peso, altura, índice de massa corpórea (IMC) e comprimento do MS acometido. (Apêndice 5)

##### **5.5.1 Avaliação do tônus muscular**

O tônus muscular foi avaliado por meio da Escala Modificada de Ashworth (Anexo 1). Esta escala consiste em uma avaliação subjetiva do grau

de resistência muscular, numa escala que varia de 0 a 4, onde 0 corresponde à ausência de alteração no tônus muscular e 4 corresponde à rigidez na posição de repouso<sup>8</sup>. No presente estudo, a avaliação do tônus muscular foi realizada nas musculaturas do membro superior comprometido, nas articulações de ombro, cotovelo e punho.

### **5.5.2 Avaliação da Amplitude de Movimento Passiva**

As amplitudes articulares foram avaliadas através do Goniômetro Universal com um sistema de transferidor de 0° a 360°. Foram avaliados os movimentos de flexão, extensão, rotação externa e interna, abdução e adução das articulações ombro, flexão, extensão, pronação e supinação do cotovelo, flexão e extensão do punho. (Apêndice 5)

### **5.5.3 Avaliação da Força de Preensão Manual**

A força de preensão foi mensurada através do dinamômetro hidráulico *Saehan* válido, confiável e comparável com o dinamômetro *Jamar*. Os participantes foram instruídos a fazer uma contração máxima por 3 segundos em cada teste. Houve um período de descanso de 30 segundos entre cada teste e um período de descanso de 2 minutos entre os testes de cada mão.<sup>40</sup>

O teste foi realizado na posição padronizada recomendada pela Sociedade Americana de Terapeutas da mão, ou seja, sentado em uma cadeira de encosto reto, com os pés apoiados no chão, ombro em adução e rotação neutra, cotovelo em flexão de 90°, antebraço em posição neutra, e punho entre 0° e 30° de extensão. Os participantes foram estimulados verbalmente a usar a máxima força de preensão utilizando a palavra 'força' quatro vezes: "força, força, força, força". O dinamômetro foi suportado ligeiramente pelo examinador quando necessário, para evitar quedas. Três



medidas foram obtidas, alternativamente entre mão dominante e não dominante.<sup>43</sup>

#### **5.5.4 Avaliação da Habilidade Manual**

A avaliação da habilidade manual e nível de função motora fina foram realizados por meio do Sistema de Classificação Manual (MACS, do inglês *Manual Abilities Classification System*).<sup>44,45</sup> Neste instrumento, independente da idade, as crianças são classificadas pela sua capacidade em manipular manualmente os objetos nas atividades da vida diária e são classificadas em cinco níveis, que variam desde o nível I, no qual existe facilidade e independência em manipular objetos até o nível V, onde enquadram-se as crianças com habilidades manuais mais comprometidas ao ponto de requerer assistência total para realizar suas atividades.<sup>45</sup> (Anexo 2)

#### **5.5.5 Avaliação do Desempenho Funcional Manual**

O desempenho funcional manual foi avaliado pelo ABILHAND-kids, que consiste em um questionário composto por 21 itens cujo objetivo é mensurar as habilidades motoras manuais de crianças portadoras de Paralisia Cerebral. O responsável foi convidado a preencher o questionário pela estimativa de facilidade ou dificuldade na realização de cada atividade, quando as atividades são realizadas nos últimos três meses. Em seguida o responsável foi convidado a avaliar a sua percepção sobre a escala de respostas como "Impossível", "difícil" ou "fácil". As atividades são apresentadas em uma ordem aleatória, para evitar qualquer efeito sistemático.<sup>46</sup> (Anexo 3)

#### **5.5.6 Avaliação de Incapacidade pediátrica**

A incapacidade funcional dos participantes foi avaliada pelo *Pediatric Evaluation Disability Inventory* (PEDI) que consiste de uma entrevista com os pais para avaliar habilidades funcionais da criança e necessidade de assistência do cuidador em realizar o autocuidado, mobilidade e tarefas de funções sociais. A criança recebeu uma pontuação de 1 (tem capacidade) ou 0 (ainda não demonstrou habilidade / incapaz) em cada item.

A Escala de assistência do cuidador mede a quantidade típica do cuidador de assistência prestada para completar as atividades funcionais básicas (pontuação: 5 = independente; 4 = supervisão; 3 = mínimo assistência; 2 = assistência moderada; 1 = assistência máxima; 0= incapaz). Neste estudo foi avaliado apenas domínios de autocuidado. Embora projetado principalmente para avaliação do desempenho funcional em crianças de 6 e 7,5 anos de idade, também tem sido frequentemente utilizados em crianças com PC que tem mais de 7,5 anos de idade que têm capacidade funcional abaixo que esperado de crianças com desenvolvimento típico.<sup>47</sup>

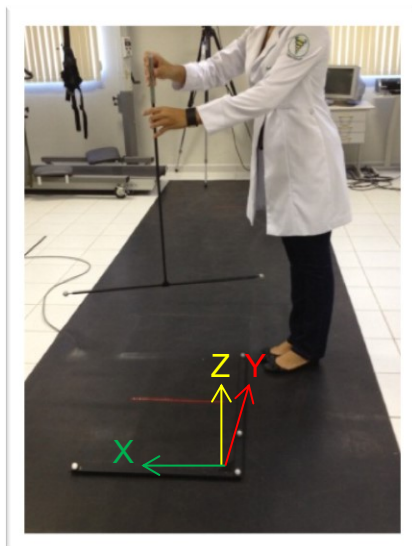
### **5.5.7 Avaliação cinemática dos Membros Superiores**

A avaliação cinemática foi realizada pelo sistema *Qualisys Motion Capture System* (*Qualisys Medical AB*, 411 13 Gothenburg, Suécia).<sup>48</sup> Este sistema de fotogrametria possui oito câmeras estroboscópicas (*Qualisys Motion Capture System, Oqus*, 300- figura 2) interligadas em série que emitem e captam a luz infravermelha emitida por marcadores passivos, posicionados em locais pré-determinados nos MMSS. Com a combinação das imagens captadas pelo software *Qualisys Track Manager 2.6 \_ QTM* e exportadas para o software Visual 3D, foi realizada a reconstrução do movimento em 3D, formando assim o modelo biomecânico.



**Figura 2.** Câmera Qualisys Oqus 300

A calibração do sistema foi realizada antes das coletas por meio de uma estrutura em forma de “L” com 4 marcadores fixos, posicionada no chão na região da coleta. Esta permitiu o sistema localizar as coordenadas de referência global representadas pelo plano X (médio-lateral), Y (ântero-posterior) e Z (Longitudinal) na qual foi realizada uma varredura com uma haste em forma de “T” que possui 2 marcadores fixos em suas extremidade, esta foi movida em todas as direções e planos durante aproximadamente 30s da calibração (Figura 3).<sup>49</sup>



**Figura 3.** Calibração do sistema

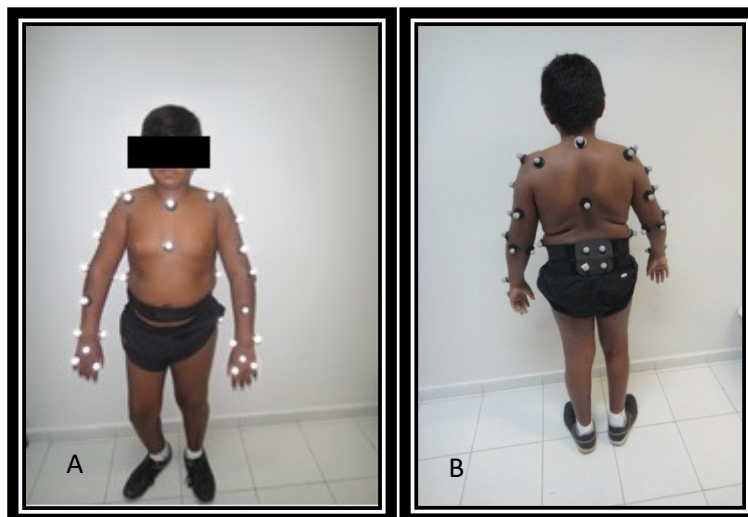
## 5.6 Procedimentos de avaliação

Após a aprovação do projeto pelo CEP - UFRN, os responsáveis pelas crianças que preencheram todos os critérios de inclusão assinaram o TCLE (APÊNDICE 1). Em seguida as crianças foram submetidas a uma avaliação relacionada aos dados clínicos, demográficos e antropométricos (APÊNDICE 5). Em seguida, cada criança foi avaliada quanto ao tônus muscular, ADM, força de preensão manual, classificação da habilidade e desempenho manual, AVD e a avaliação cinemática de acordo com os protocolos já mencionados.

### 5.6.1 *Análise cinemática*

A avaliação cinemática foi dividida em duas etapas: a coleta estática e a dinâmica. Na coleta estática, o paciente ficou sentado em um banco com pés apoiados no chão, de forma que fosse adotada uma angulação de 90° nas articulações de quadril, joelho e tornozelo. Uma mesa foi posicionada a uma distância de 100% do comprimento do MS acometido (distância entre a linha axilar anterior e processo estiloide medial) e na altura do processo xifoide.<sup>50</sup>

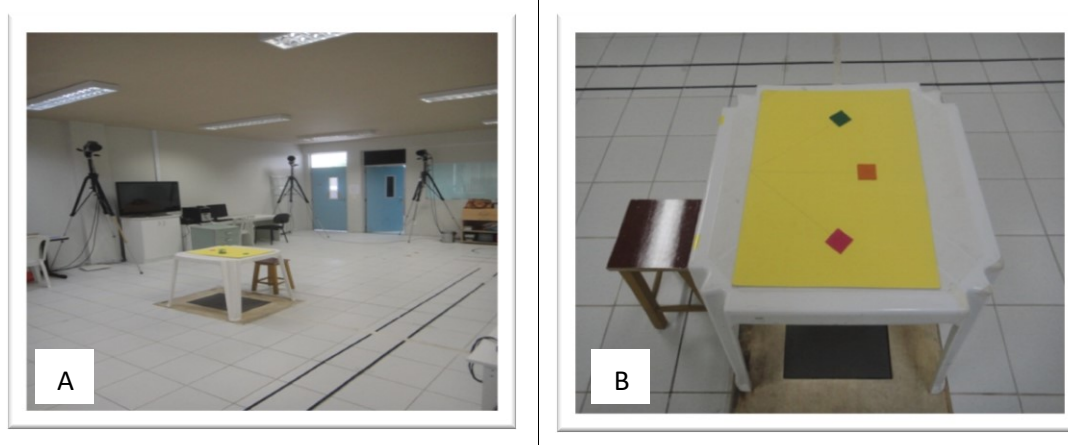
Foram utilizados marcadores reflexivos de 19 mm nos seguintes pontos anatômicos: processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7); oitava vértebra torácica (TV8), incisura jugular (IJ); processo xifóide (SXS), centro da articulação glenoumeral (SHO); tubérculo menor do úmero (HLT); tubérculo maior do úmero (HGT); epicôndilo medial do úmero (HME); epicôndilo lateral do úmero (HLE); oclécrano (ELB); processo estilóide da ulna (USP); processo estilóide do rádio (RSP); cabeça do 2º metacarpo (HL2); cabeça do 5º metacarpo (HL5); crista ilíaca (ICT), trocânter maior do fêmur (FT) e pelve (PV).<sup>51,52,53</sup> (figura 4)



**Figura 4.** Posicionamento dos marcadores passivos nos pontos anatômicos, figura 4-A: vista anterior e 4-B: vista posterior

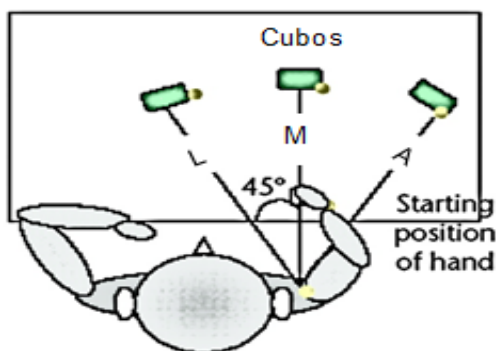
Além dos marcadores nos pontos anatômicos, foram colocados marcadores que formaram os seguimentos braço, antebraço e mão. Nos braços eles foram posicionados na face látero-posterior, enquanto o do antebraço foi colocado na sua face posterior, mais precisamente na região média entre o epicôndilo medial e o processo estilóide do rádio e na mão foi posicionado no centro dorsal, acima do terceiro metacarpo (figura 4). Em seguida, foi realizada a coleta estática, durante 5 segundos, enquanto o participante manteve-se com o braço ao lado do tronco em posição neutra. Para a coleta dinâmica, foram retirados os marcadores anatômicos de ombro e cotovelo, para realização da tarefa.<sup>54,55</sup>

Na avaliação dinâmica, o participante continuou sentado sobre o banco, com os braços ao lado do tronco, mantendo uma flexão de cotovelo de 90° e mão apoiada na mesa (figura 5) foi solicitado a tocar um cubo com dimensões de 5 x 7 cm localizado à sua frente em uma mesa de plástico, com 73 centímetros de altura e com superfície 60x60 centímetros, realizando movimentos de alcance manual.



**Figura 5.** Cenário para análise cinemática com o posicionamento da mesa e as câmeras (5-A), vista lateral da mesa para realização do alcance em 3 direções: anterior, medial e lateral (5-B)

Este cubo foi posicionado em três direções (anterior, medial, e lateral), sendo respeitada a angulação de  $45^\circ$  entre as direções anterior e lateral em relação a medial. <sup>56</sup> (Figura 6)



**Figura 6.** Posições do cubo na mesa (Adaptação Chen et al., 2007) <sup>27</sup>

Esta tarefa foi instruída pelo avaliador (terapeuta A) e consistiu em alcançar o cubo retornar à posição inicial. Todas as crianças iniciaram o movimento de alcance com o membro não acometido. Foram realizadas cinco tentativas com cada MS para cada direção. Sendo assim, foram realizados 15 alcances por criança em cada membro ao total. Além disso, foram realizados

intervalos de 1 minuto entre as tentativas. Foram avaliadas as seguintes variáveis: duração do movimento, pico de velocidade e variação angular do ombro e cotovelo.

### 5.7 Procedimentos de Intervenção

Os procedimentos de intervenção foram realizados pelo terapeuta B, que foi devidamente treinado à aplicação do treinamento. Após a randomização, 6 crianças compuseram a sequência AB foram submetidas inicialmente ao treino experimental com RV (treino A) e após uma semana, período este considerado *washout*, do treino convencional (treino B) e 6 crianças foram submetidas a sequência de treinos (BA) participando no primeiro momento do treino convencional (B) e após uma semana, do treino A. Ambos os treinos A e B tiveram duração de 45 minutos. As crianças que participaram dos dois tipos de sequências de treinos foram reavaliados para análise cinemática após uma semana. (Tabela 1)

**Tabela 1.** Protocolo de intervenções

Duração	Sequência AB	Sequência BA		
Dia 1	Treino A	Avaliação A1 Treino RV Avaliação A2	Treino B	Avaliação B1 Treino Convencional Avaliação B2
Dia 7	Treino B	Avaliação B1 Treino Convencional Avaliação B2	Treino A	Avaliação A1 Treino RV Avaliação A2
Dia 14		<i>Retenção</i>		<i>Retenção</i>

RV: Realidade Virtual

#### 5.7.1 Protocolo Experimental

- **Tecnologia com Realidade Virtual**

A terapia de realidade virtual computadorizada foi realizada por meio do equipamento de console *Nintendo Wii*®. <sup>49</sup> (figura 7). Este sistema permite a interação com o jogador por meio de um sistema de detecção do movimento e da representação do seu avatar, representação gráfica de um utilizador em RV, no vídeo. Possui um controle remoto com sistema *wireless*, responsável por captar a velocidade, direção, aceleração e desaceleração do movimento. Os movimentos realizados pelo jogador são capturados e reproduzidos em uma tela via um sensor de luz infravermelha, posicionada acima da TV. O *feedback* dado pela tela da TV proporciona oportunidade de observação do próprio movimento em tempo real, gerando reforço positivo e facilitando o treino e melhora da tarefa. <sup>50</sup>

O software utilizado neste estudo foi o *Nintendo Wii Sports*. <sup>49</sup> Foram utilizados os jogos de tênis, boliche e boxe, por permitirem a realização de movimentos de flexão e extensão de ombro, cotovelo e punho, bem como pronação e supinação do cotovelo.



**Figura 7.** Nintendo Wii® e seus componentes: o controle e o *nunchak*

- **Treinamento Experimental com RV (treino A)**

Todas as crianças foram submetidas a um protocolo com duração de sessões de 45 minutos de terapia com RV. Posicionada diante da TV de 42



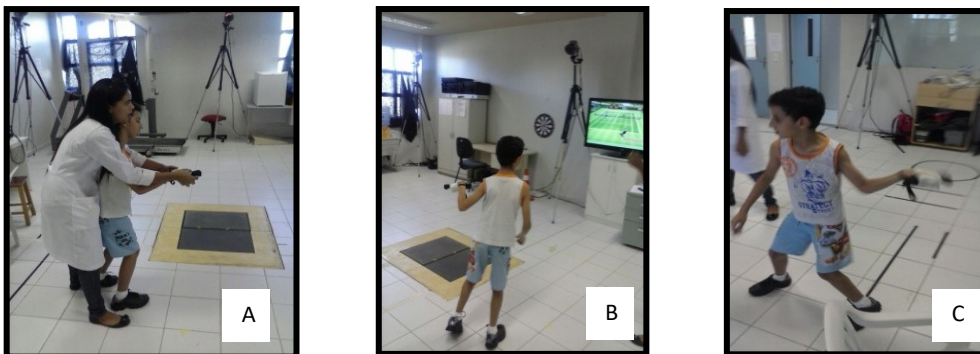
polegadas (figura 8-B), foi solicitado à criança, que a mesma a executasse o movimento de flexo-extensão do ombro, flexo-extensão de cotovelo, bem como prono-supinação de antebraço, de acordo com os jogos utilizados. Essa instrução e seu monitoramento foram de responsabilidade do terapeuta B durante toda a prática e antes de iniciar o treinamento, quando uma familiarização com o equipamento ocorreu.

O treinamento foi realizado por um único terapeuta que solicitou que a criança segurasse o controle Wii em seu MS acometido (o controle foi preso por uma faixa). Enquanto, o *nunchak* (controle extra para Nintendo wii que contém um direcional analógico) no membro contralateral (dominante) foi utilizado apenas no jogo de boxe. Foram três jogos ao total, necessariamente nesta ordem abaixo.

Jogo de Tênis	Jogo de Boliche	Jogo de Boxe
• Duração de 15 minutos	• Duração de 15 minutos	• Duração de 15 minutos

Antes de iniciar o treinamento foi realizada uma familiarização com o equipamento durante 1 minuto para cada jogo. Foi permitido um descanso de 45 segundos entre cada jogo, momento este que o terapeuta mudou o jogo.

As pausas não foram contadas como tempo de intervenção, todas as crianças treinaram 45 minutos. A criança foi estimulada sempre positivamente por um único fisioterapeuta (B), os movimentos foram ensinados encorajando para que ela tivesse uma interação e envolvimento no ambiente virtual. (Apêndice 6)



**Figura 8.** A figura 8-A representa a familiarização com o primeiro jogo de RV (jogo de tênis), as figuras 8-B e 8-C representam o treino experimental referente ao mesmo jogo

- **Treinamento Convencional (treino B)**

Todos os participantes foram submetidos ao tratamento convencional. Cada treino foi realizado com duração de 45 minutos.

O tratamento para reabilitação do MS acometido teve três enfoques: o biomecânico, no qual houve treino de força e alongamentos do membro superior acometido para melhorar a amplitude de movimento, assim como promover uma redução da espasticidade; o neurofisiológico, cuja ênfase foi dada no controle seletivo do movimento, integração do controle postural e performance da tarefa para produzir o movimento coordenado. Para tal, foi realizado o seguinte protocolo de atendimento adaptado:<sup>57</sup>

Exercício 1 (abdução do ombro): com o paciente em decúbito dorsal no tablado, com o ombro fletido a noventa graus, o terapeuta com uma das mãos segura distalmente o úmero, com a outra mão estabiliza a borda axilar da escápula, movendo o ombro em abdução completa, alongando os adutores. Com duração 1 minuto (2x30s).

Exercício 2 (rotação externa do ombro): com o paciente em decúbito dorsal no tablado, com o ombro em abdução e o cotovelo fletido em noventa graus, o terapeuta segura distalmente o antebraço com uma das mãos e

estabiliza o cotovelo com a outra. A escápula estará estabilizada pelo tablado. Rodar externamente o ombro do paciente, movendo seu antebraço para perto do tablado e alongando os rotadores internos. Com duração de 1 minuto (2x30s).

Exercício 3 (extensão do cotovelo): estando o paciente posicionado em decúbito dorsal, o terapeuta segura distalmente com uma mão o antebraço e com a outra mão estabiliza a escápula e a face anterior do úmero proximalmente, estendendo o cotovelo ao máximo para alongar os flexores de cotovelo e punho (executar esse alongamento com o antebraço em supinação). Com duração de 1 minuto (2x30s).

Exercício 4 (transferência de peso em MMSS: posição sentada): o paciente deve posicionar-se sentado sem apoio no tablado com joelhos fletidos a 90°, transferindo o peso para os membros superiores (MMSS) melhorando assim a estabilidade da cintura escapular e a força de MMSS. O terapeuta deve manter a extensão de cotovelos do paciente, prevenindo a ocorrência de hiperextensão. Com duração de 10 minutos

Exercício 5 (função: treino orientado à tarefa): com o paciente sentado em um banco, com os pés apoiados e uma mesa situada em frente, estimular o paciente a pegar os objetos colocados em diferentes posições (anterior, média e lateral) calculadas de acordo com o MS acometido de cada criança, totalizando 32 minutos.

Descrição das tarefas: Pronação e Supinação com bolas de “tênis” e “boliche” no cesto em todas as direções (anterior, média e lateral), Jogo de argolas em todas as direções, Posicionamento de cubos para variadas direções na mesa; Encaixe na Vertical utilizando jogo de madeira de peças de diferentes formatos em linha média. Com duração de 8 minutos para cada jogo.

Foi permitido descanso de 25 segundos entre as tarefas. Todas as tarefas foram explicadas para as crianças. O treinamento convencional teve duração de 45 minutos.

## **5.8 Redução dos dados da avaliação cinemática**

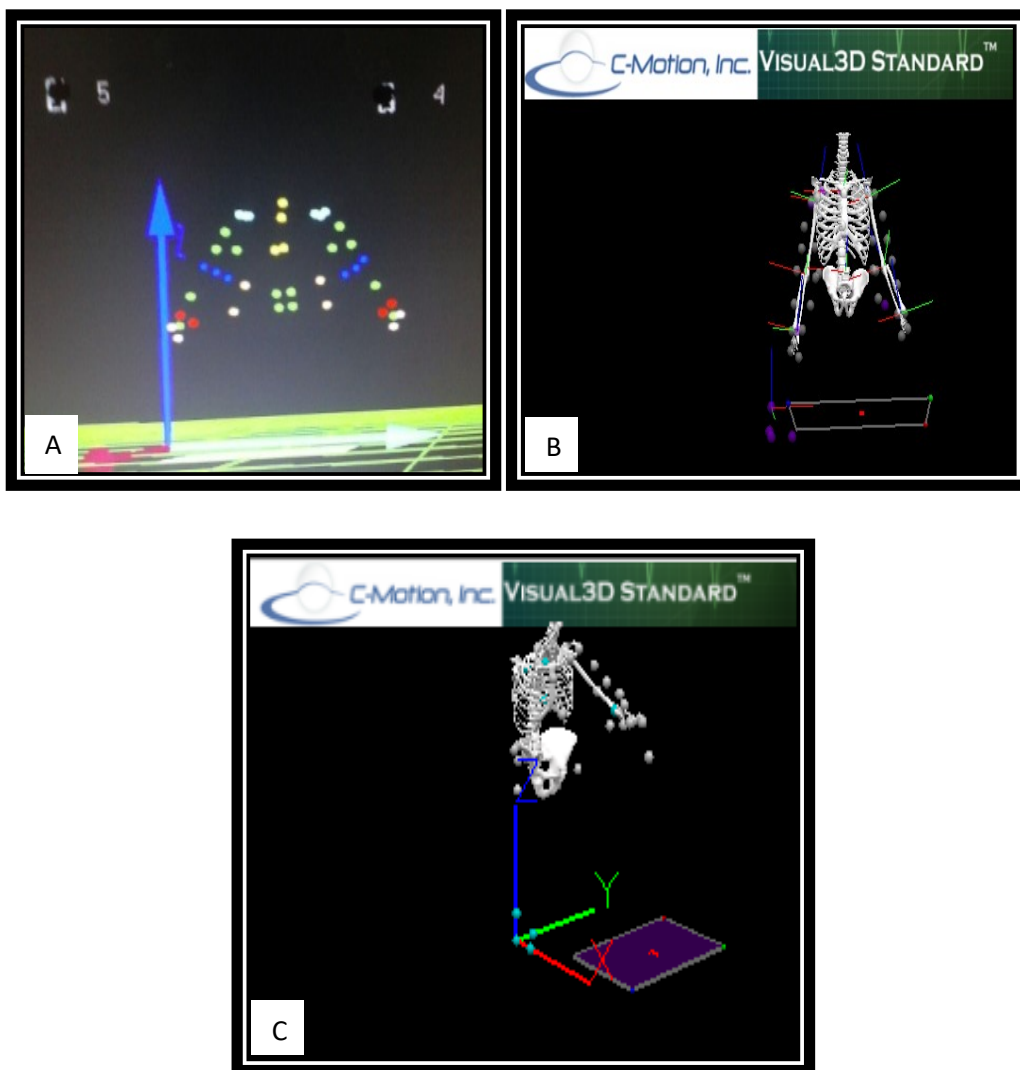
A coleta estática foi base para a construção do modelo biomecânico da criança, a partir das coordenadas dos marcadores anatômicos e dos dados antropométricos das mesmas. Nas coletas dinâmicas foram selecionados o momento inicial do MS no movimento de alcance até o final, onde a criança retornou a mão na mesa. Em seguida os marcadores contidos em cada seleção foram nomeados uniformemente.

Com a combinação das imagens captadas pelo software QTM, no qual os dados das coletas estática e dinâmica foram recortados e exportados para o software Visual 3D, foi realizada a reconstrução do movimento, formando assim o modelo biomecânico em 3D. (figura 9)

Das cinco tentativas de alcance para cada direção foram selecionadas as 3 melhores onde não houvesse desaparecimento e qualidade inferior a 95% da visualização durante o movimento.

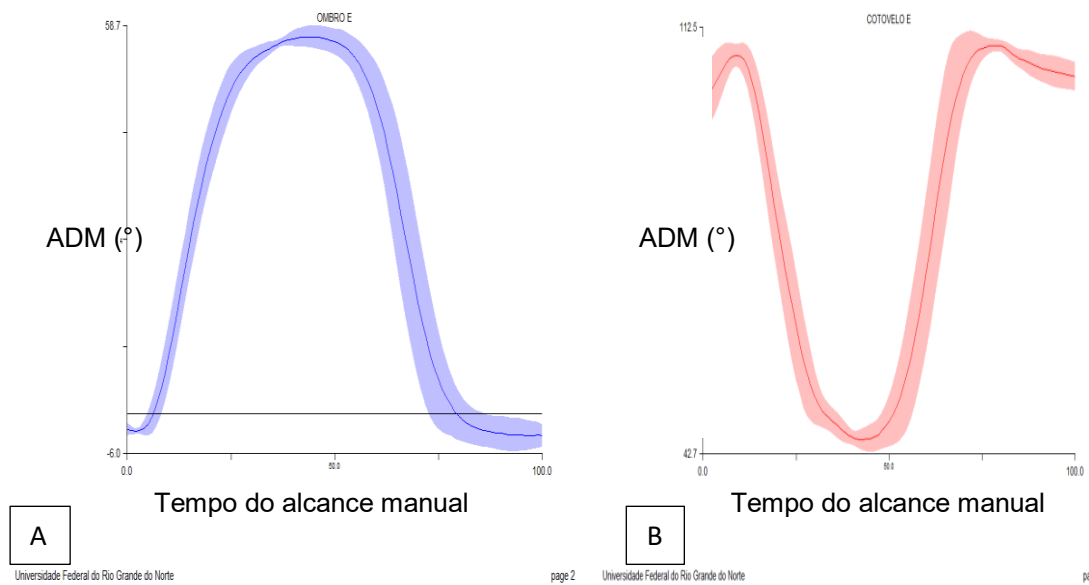
Para obtenção dos ângulos articulares o Visual 3D foi usada a associação entre os segmentos, considerando-os corpos rígidos, e o sistema de coordenadas através da sequência dos ângulos de Cardan (a orientação do sistema de coordenadas de um corpo rígido relativo ao sistema de coordenadas do segmento de referência). Os eixos da coordenadas do sistema foram: X (médio-lateral), Y (ântero-posterior) e Z (longitudinal).

Foram criadas as marcas e os segmentos no software Visual 3D. Foram criados os segmentos dos braços, antebraços, mãos, tronco e pelve. A definição do segmento pelve foi determinada pelos marcadores anatômicos localizados na porção mais alta da crista ilíaca direita e esquerda, o trocânter maior do fêmur direito e esquerdo e pelos marcadores de rastreamento (Cluster) do quadril. Depois foram criadas as variáveis angulares referentes às articulações ombro, cotovelo e punho, além das variáveis espaço temporais: duração de movimento e pico de velocidade.



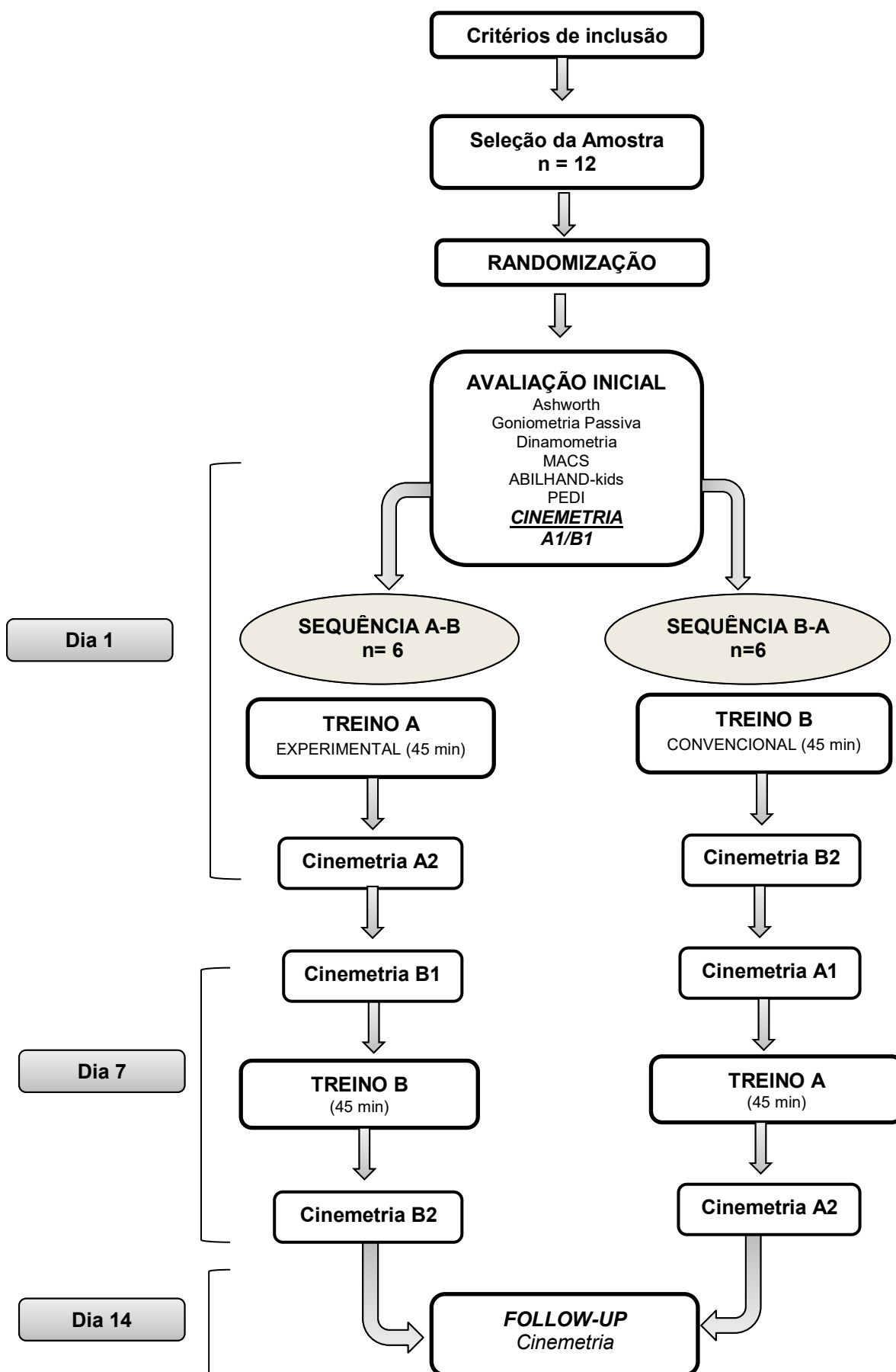
**Figura 9.** Representação de um modelo estático de MMSS, tronco e pelve, gerado pelo *Qualisys Motion Capture System* (9-A) e pelo visual 3D *cmotion* (9-B) e de um modelo dinâmico do movimento de alcance no visual (9-C)

Para eliminação dos ruídos provenientes da movimentação dos marcadores foi utilizado um filtro passa baixa (*low pass Butterworth*). Os gráficos foram criados para todas as variáveis analisadas. Considerando o eixo X para as variáveis em movimentos de flexão e extensão de ombros e cotovelos. O eixo Y para foi considerado para a variável duração de movimento. (figura 10) Após a criação dos gráficos, foram exportados tais dados para tabulação dos mesmos e criação do banco de dados.

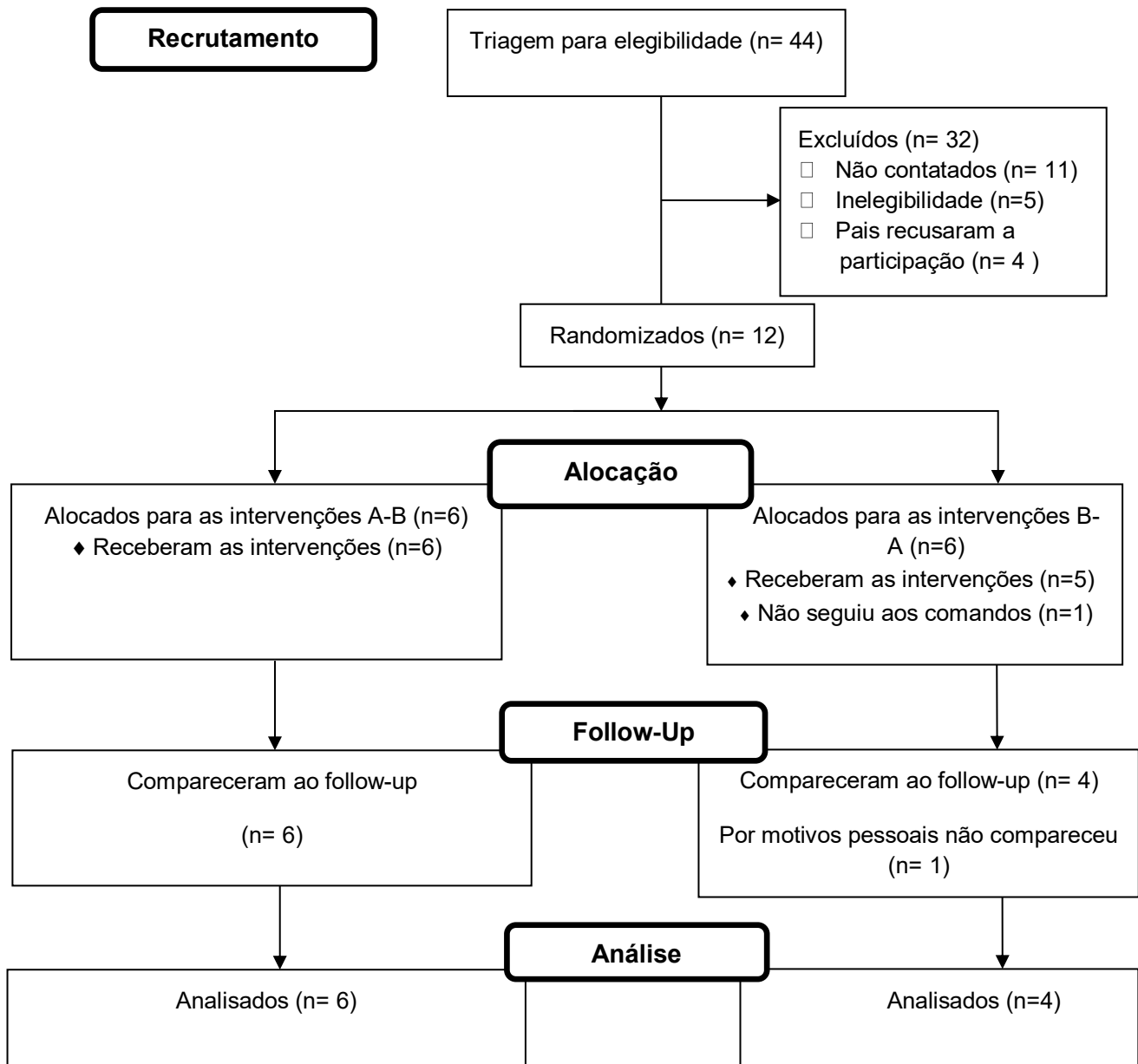


**Figura 10.** Representação gráfica da variável angular amplitude de movimento (ADM) de ombro (A) e cotovelo (B) pelo tempo de execução do movimento de alcance manual, gerados no processamento dos dados no software visual 3D

### 5.9 Desenho esquemático do período de intervenção, incluindo avaliações e reavaliações



## 5.10 Fluxograma



**Figura 11.** Fluxograma baseado nas diretrizes do Consort 2010



### 5.11 Análise estatística

Os dados da amostra total foram analisados através do software estatístico *Statistical Package for the Social Science* (SPSS 20.0) atribuindo-se um nível de significância de 5% para todas as comparações realizadas. A análise descritiva foi feita por meio das medidas de média, desvio padrão e intervalo de confiança.

Quanto às medidas antropométricas e clínicas, foi realizada a análise de normalidade através do teste *Shapiro Wilk*, sendo aplicado em seguida o teste *t* não-pareado, para verificar a homogeneidade no início dos treinamentos entre as crianças que realizaram os treinos na sequência AB e BA.

As medidas de desfecho, representadas pelas variáveis cinemáticas espaço temporais e angulares do membro superior acometido, foram analisadas por meio do teste ANOVA *two-way* com medidas repetidas, utilizando-se a solução de *Greenhouse-Geiser* quando a esfericidade não pôde ser assumida. A ANOVA permitiu a análise das medidas intragrupo (pré e pós treinos) e intergrupos (sequências AB e BA), simultaneamente.

## **6. Resultados**

Das 12 crianças envolvidas neste estudo, apenas 1 foi excluída pela hiperatividade não conseguindo seguir os comandos e as instruções solicitadas pelo terapeuta durante a avaliação cinemática. Assim, a amostra foi composta por 11 crianças de ambos os sexos sendo 7 meninos, 63,33% e 4 meninas. Deste total, 54,50% apresentaram hemiparesia à esquerda em consequência de PC. A força de prensão manual no MS acometido representou uma média de  $5,87 \pm 3,33$  kgf, enquanto no membro não acometido foi de  $10,90 \pm 4,75$  kgf. As características clínicas e demográficas estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Caracterização da amostra com medidas clínicas e demográficas (n=11).

Sequência	Sexo	Idade (anos)	Lado (H)	MACS	PEDI	ABILHAND	ASH ombro	ASH cotovelo	ASH punho
AB	F	10	E	II	30.48	23	0	1+	1
AB	M	11	E	III	32.39	26	1	3	3
AB	M	11	D	II	31.42	21	1+	2	1
AB	M	12	E	II	30	20	1	1+	1
AB	M	7	D	III	26.19	26	1	1+	2
AB	F	6	D	II	28.57	33	0	0	1
<b>Média ± DP</b>		<b>9.5 ± 2.43</b>			<b>29.84 ± 2.2</b>	<b>24.83 ± 4.7</b>			
BA	F	9	E	II	30.48	23	0	1	1
BA	M	11	E	III	25.71	18	1+	2	1
BA	F	12	D	II	31.42	19	1	0	0
BA	M	11	D	III	27.61	18	2	3	2
BA	M	6	E	II	20.48	26	1	1+	1
<b>Média ± DP</b>		<b>9.8 ± 2.39</b>			<b>27.14 ± 4.36</b>	<b>20.8 ± 3.56</b>			
<b>p valor</b>	0.53	0.84	0.22	0.84	0.21	0.15	0.39	0.9	0.32

DP: Desvio Padrão, M: Masculino, F: Feminino, D: Direita, E: Esquerda, H: Hemiparético, ABILHAND-kids: *Manual Ability Measure*, PEDI: *Pediatric evaluation of disability inventory (domínio autocuidado)*, MACS: *Manual Abilities Classification System*, ASH: Escala de Ashworth

Das 11 crianças que participaram da pesquisa, 6 crianças foram submetidas no primeiro momento ao treino com Realidade Virtual (treino A), executando a sequência AB, e 5 crianças foram submetidas ao treino convencional (treino B) no primeiro dia, realizando a sequência BA. Em relação às medidas antropométricas e clínicas, foi evidenciada a homogeneidade no início dos treinamentos das crianças que realizaram as sequências AB e BA, considerados  $P > 0,05$  (Tabela 2).

A análise das variáveis angulares de ombro e cotovelo mostrou que, comparando antes e após os treinos com RV (A2 – A1), treino convencional (B2 – B1) e retenção, não houve diferença estatisticamente significativa no alcance em direções anterior, medial e lateral, dentre as crianças que realizaram a sequência AB e BA. Vale salientar que foram observados intervalos de confiança elevados, como mostram as tabelas 3 e 4.

Em relação ao ombro, analisando a interação entre os momentos pré-treino, pós-treino e retenção, e entre as sequências de treinamento AB e BA, obtivemos valores de  $P$  superiores a 0,05, no alcance na direção medial (flexão:  $P=0,170$ ,  $F=1,707$ ; ADM:  $P=0,382$ ,  $F=1,078$ ), na direção anterior (flexão:  $P=0,711$ ,  $F=0,535$ ; ADM:  $P=0,102$ ,  $F=2,089$ ) e na direção lateral (flexão:  $P=0,310$ ,  $F=1,245$ ; ADM:  $P=0,903$ ,  $F=0,257$ ).

**Tabela 3.** Comparação das alterações das variáveis angulares do ombro acometido, nas direções anterior, medial e lateral, antes e após os treinos com realidade virtual (A2-A1), treino convencional (B2-B1) e retenção, das crianças que realizaram a sequência AB (n=6) e BA (n=5).

OMBRO	Treino A (A2 - A1)		Treino B (B2 - B1)		Retenção	
	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA
<b>Flexão máxima</b>						
Direção anterior	<b>-0.12</b> (-6.49- 6.25)	<b>1.08</b> (-34.59-36.75)	<b>3.25</b> (-9.4-15.9)	<b>0.47</b> (-17.7-18)	<b>57.65</b> ( 36.3-83.42)	<b>71.32</b> (62.76-84.6)
Direção medial	<b>-2</b> (-7.68-3.67)	<b>-13.21</b> (-40.55-14.22)	<b>13</b> (-8.31-34.6)	<b>-6.57</b> (-26-12.86)	<b>64.32</b> (42.21-86.43)	<b>73.32</b> (58.9-87.7)
Direção lateral	<b>-5.57</b> (-12.68-1.52)	<b>-4.73</b> (-27.66-18.19)	<b>2.84</b> (-8.14.59)	<b>-1.53</b> (-25.2-22.14)	<b>56.62</b> (29.19-84.04)	<b>66.33</b> (43.14-89.51)
<b>ADM</b>						
Direção anterior	<b>-10.08</b> (-19.61-0.55)	<b>9.56</b> (-13.46-32.58)	<b>1.41</b> (-9.71-12.53)	<b>9.72</b> (-11.64-31.08)	<b>52.84</b> (35.44-70.3)	<b>66.09</b> (39.21-92.97)
Direção medial	<b>-19.04</b> (-44.63-6.54)	<b>-14.29</b> (-47.33-18.75)	<b>7.52</b> (-21.1-36.15)	<b>-0.23</b> (-17-16.99)	<b>55.03</b> (41.19-68.88)	<b>55.03</b> (41.9-68.88)
Direção lateral	<b>-7.5</b> (-21.3-6.29)	<b>-14.68</b> (-39.5-10.12)	<b>2.96</b> (-12.14-18.05)	<b>10.09</b> (-23.2-43.39)	<b>48</b> (29.07-66.94)	<b>54.26</b> (38.08-69.7)

Valores expressos como média (intervalo de confiança).

Abreviações: Seq.: Sequência, ADM: Amplitude de movimento.

Quanto ao cotovelo, analisando a interação entre os momentos pré-treino, pós-treino e retenção, e entre as sequências de treinamento AB e BA, também foram obtidos valores de  $P$  superiores a 0,05, no alcance na direção medial (extensão:  $P=0,884$ ,  $F=0,098$ ; ADM:  $P=0,486$ ,  $F=0,879$ ), na direção anterior (extensão:  $P=0,328$ ,  $F=1,198$ ; ADM:  $P=0,002$ ,  $F=5,260$ , sem diferenças no teste *post-hoc*) e na direção lateral (extensão:  $P=0,677$ ,  $F=0,416$ ; ADM:  $P=0,739$ ,  $F=0,496$ ).

**Tabela 4.** Comparação das alterações das variáveis angulares do cotovelo acometido, nas direções anterior, medial e lateral, antes e após os treinos com realidade virtual (A2-A1), treino convencional (B2-B1) e retenção, das crianças que realizaram a sequência AB ( $n=6$ ) e BA ( $n=5$ ).

COTOVELO	Treino A (A2 - A1)		Treino B (B2 - B1)		Retenção	
	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA
<b>Extensão máxima</b>						
Direção anterior	<b>5.1</b> (-11.67-21.87)	<b>-10.56</b> (-53.84-32.74)	<b>1.24</b> (-29.18-31.66)	<b>-19.3</b> (-44.63-6.03)	<b>53.15</b> (25.1-81.9)	<b>51.8</b> (38.82-64.78)
Direção medial	<b>1.54</b> (-37.08-40.16)	<b>-14.29</b> (-47.33-18.75)	<b>-5.5</b> (-25.38-14.38)	<b>-7.77</b> (-33.33-17.79)	<b>61.7</b> (40.31-83.1)	<b>43.17</b> (32.82-53.52)
Direção lateral	<b>-2.23</b> (20.04-15.58)	<b>2.3</b> (-33.82-29.23)	<b>1.57</b> (23.63-26.78)	<b>-3.48</b> (-15.93-8.97)	<b>69.43</b> (42.46-96.4)	<b>45.05</b> (17.86-76.23)
<b>ADM</b>						
Direção anterior	<b>-1.09</b> (-10.08-19.61)	<b>9.56</b> (-13.46-32.58)	<b>-8.93</b> (-17.75-0.11)	<b>24.87</b> (-4.92-54.66)	<b>66.96</b> (14.56-119.3)	<b>53.8</b> (37.8-69.82)
Direção medial	<b>1.54</b> (-37.08-40.16)	<b>15.31</b> (-12.39-43.02)	<b>3.7</b> (-17.59-24.98)	<b>21.09</b> (-8.06-50.24)	<b>63.25</b> (20.39-106.1)	<b>57.96</b> (35.25-80.67)
Direção lateral	<b>-4.19</b> (-14-6.1)	<b>0.15</b> (-27.05-27.35)	<b>-5.34</b> (-17.28)	<b>5.93</b> (-4.95-16.8)	<b>54.39</b> (28.81-79.96)	<b>62.57</b> (45.9-79.23)

Valores expressos como média (intervalo de confiança).

Abreviações: Seq.: Sequência, ADM: Amplitude de movimento.

As variáveis espaço temporais duração de movimento e pico de velocidade também não sofreram mudanças significativas, comparadas antes e após os treinos com RV (A2 – A1), treino convencional (B2 – B1) e retenção, nas direções anterior, medial e lateral, dentre as crianças que realizaram a sequência AB e BA. Também foram observados elevados intervalos de confiança, como mostra a tabela 5.

**Tabela 5.** Comparação das alterações das variáveis espaço-temporais do membro superior acometido, nas direções anterior, medial e lateral, antes e após os treinos com realidade virtual (A2-A1), treino convencional (B2-B1) e retenção, das crianças que realizaram a sequência AB (n=6) e BA (n=5).

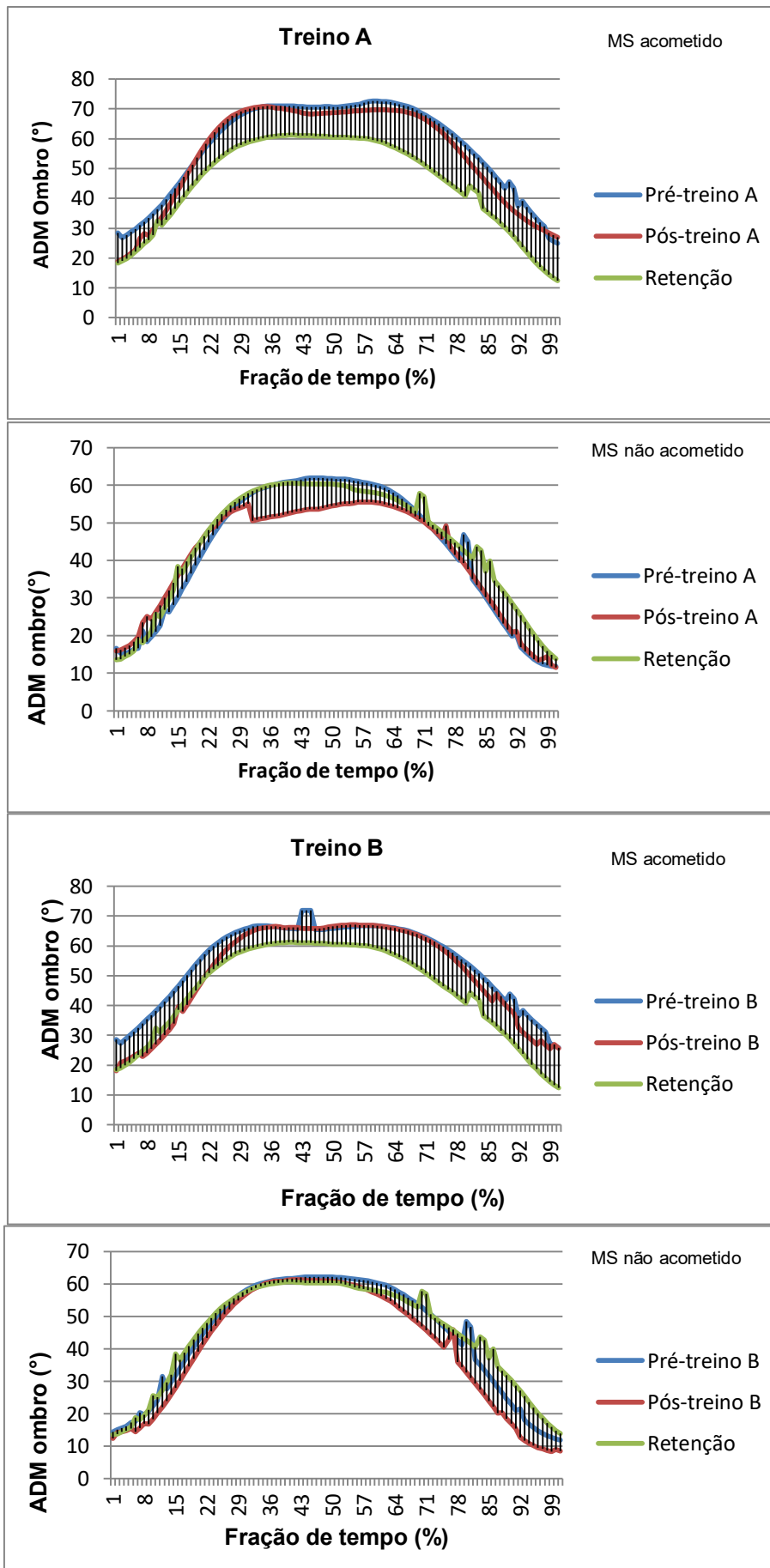
	Treino A (A2 - A1)		Treino B (B2 - B1)		Retenção	
	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA	Seq. AB	Seq. BA
<b>DM (s)</b>						
Direção anterior	<b>-0.11</b> (-0.41 - 0.2)	<b>0.77</b> (-1.74 - 0.21)	<b>0.99</b> (-2.44 - 0.45)	<b>3.81</b> (2.97 - 4.65)	<b>3.81</b> (2.97 - 4.65)	<b>2.91</b> (2.15 - 3.67)
Direção medial	<b>-0.26</b> (-0.82 - 0.3)	<b>-0.62</b> (-2.05 - 0.81)	<b>-0.01</b> (-0.67 - 0.7)	<b>-0.4</b> (-1.26 - 0.47)	<b>3.58</b> (2.65 - 4.52)	<b>2.79</b> (2.18 - 3.39)
Direção lateral	<b>0.13</b> (-0.84 - 0.59)	<b>-0.28</b> (0.68 - 0.12)	<b>-0.63</b> (-1.4 - 0.16)	<b>-0.9</b> (-1.8 - 0.04)	<b>3.54</b> (2.78 - 4.3)	<b>3.01</b> (2.16 - 3.86)
<b>PV (m/s)</b>						
Direção anterior	<b>-0.03</b> (-0.16 - 0.1)	<b>-0.04</b> (-0.25 - 0.24)	<b>-0.13</b> (-0.14 - 0.4)	<b>0.09</b> (-0.33 - 0.51)	<b>0.45</b> (0.25 - 0.66)	<b>0.44</b> (0.18 - 0.71)
Direção medial	<b>-0.03</b> (-0.26 - 0.19)	<b>0.32</b> (-0.16 - 0.8)	<b>-0.03</b> (-0.37 - 0.3)	<b>0.08</b> (-0.09 - 0.26)	<b>0.47</b> (0.27 - 0.7)	<b>0.52</b> (0.27 - 0.77)
Direção Lateral	<b>0.22</b> (-0.1 - 0.6)	<b>-0.18</b> (-0.19 - 0.13)	<b>0.14</b> (-0.06 - 0.34)	<b>0.16</b> (0.11 - 0.43)	<b>0.56</b> (0.08 - 1.03)	<b>0.72</b> (0.2 - 1.24)

Valores expressos como média (intervalo de confiança).

Abreviações: Seq.: Sequência, DM: duração de movimento, PV: pico de velocidade

Analisando a interação entre os momentos pré-treino, pós-treino e retenção, e entre as sequências de treinamento AB e BA, observaram-se valores de  $P$  superiores a 0,05 em relação às variáveis espaço temporais analisadas no alcance na direção medial (duração de movimento:  $P=0,609$ ,  $F=0,565$ ; e pico de velocidade:  $P=0,297$ ,  $F=1,277$ ), na direção anterior (duração de movimento:  $P=0,058$ ,  $F=2,524$ ; e pico de velocidade:  $P=0,912$ ,  $F=0,244$ ) e na direção lateral (duração de movimento:  $P=0,786$ ,  $F=0,212$ ; e pico de velocidade:  $P=0,967$ ,  $F=0,041$ ).

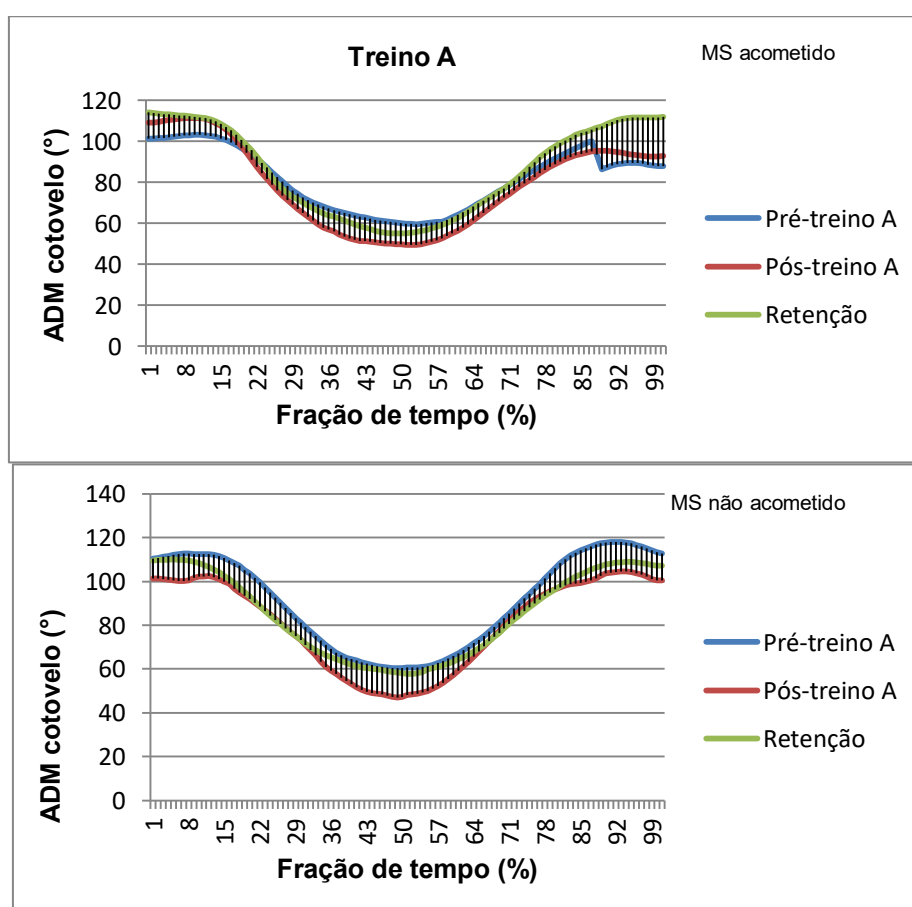
Ao comparar as curvas de ADM do ombro entre os MMSS (acometido e não acometido), nos treinos com RV (treino A) e convencional (treino B), durante o alcance em direção medial, não visualizou-se diferenças nas análise pré e pós treino (figura 12).

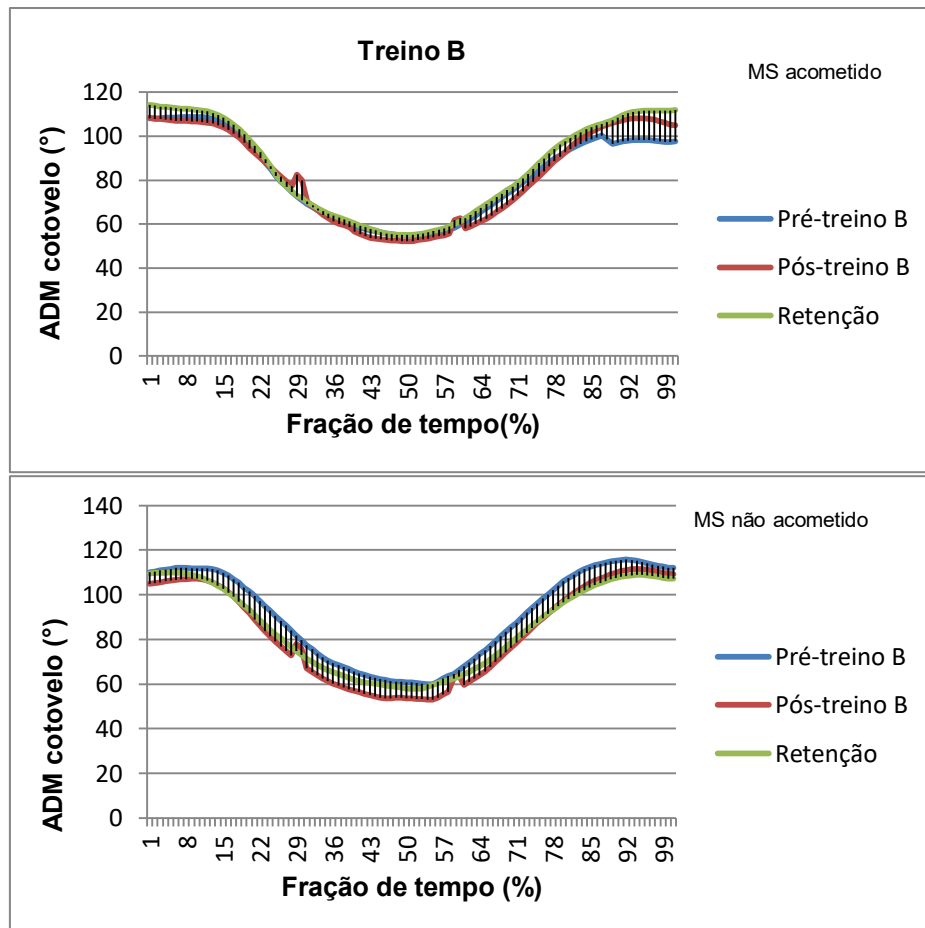




**Figura 12.** Curva de amplitude de movimento de ombro nos membros superiores nos períodos pré, pós treino com realidade virtual (treino A), convencional (treino B) e retenção no alcance em direção medial

Quando comparada a amplitude de movimento do cotovelo em ambos os treinos não foram identificadas diferenças nos períodos pré e pós –treinos.





**Figura 13.** Curva de amplitude de movimento de cotovelo dos membros superiores nos períodos pré, pós treino com realidade virtual (treino A) e convencional (treino B) e retenção no alcance em direção medial

## **7. Discussão**

Nos últimos anos, alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar os efeitos do treino com realidade virtual sobre os membros superiores de crianças com Paralisia Cerebral.<sup>40,41,42</sup> No entanto, o modelo metodológico e as medidas de desfecho têm variado consideravelmente, dificultando a sugestão de recomendações conclusivas quanto ao uso deste recurso. Poucos são os estudos que utilizam a cinemetria para análise do movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica após intervenção com realidade virtual.<sup>27</sup>

Neste estudo, comparou-se um protocolo de treinamento com Nintendo Wii® a um protocolo de treinamento convencional, analisando-se os efeitos imediatos do treino sobre as variáveis cinemáticas do movimento do alcance e observou-se que as crianças não apresentaram alterações significativas nas variáveis angulares e espaço temporais do MS acometido após os treinos com realidade virtual e convencional.

Ao serem analisadas as variáveis angulares do ombro acometido, observou-se que nem o treino convencional nem o treino com RV ocasionaram alterações durante a flexão máxima e amplitude de movimento. Sabe-se que o ombro realiza a função de estabilização do membro superior durante o movimento de alcance, enquanto o cotovelo aproxima e afasta a extremidade distal do objeto desejado.<sup>58</sup>

Assim, o fato de a amostra não ter apresentado melhora significativa nas variáveis analisadas desta articulação pode ser atribuída à reduzida necessidade de flexão do ombro para que a criança conseguisse tocar o objeto. Salientamos que o movimento do tronco foi controlado durante a realização do teste e que apenas uma criança apresentava espasticidade nível 2 na articulação do ombro. Desta forma, é pouco provável que a espasticidade tenha interferido neste resultado, visto que amostra não tinha aumento de tônus acentuado no músculo bíceps braquial.

Além da articulação do ombro, foram avaliadas as variáveis cinemáticas do cotovelo que, apesar de não terem apresentado alterações estatisticamente significativas, mostraram tendência à aumento da extensão máxima durante o alcance na direção medial. Observou-se, que a média da angulação do

cotovelo, após o treino com RV variou de 64,49° (IC= 22,8) (pré treino) para 47,60° (pós treino) (IC= 18,51) e para 53,28° (IC= 18,14) (retenção). Após o treino convencional, resultados semelhantes foram observados; houve uma variação na média da extensão máxima de 63,07° (IC= 23,62) (pré treino) para 56,53° (IC= 15,7) (pós treino) para 53,28° (retenção) (IC= 23,17).

Uma possível razão à ausência de resultados significativos sobre a variável amplitude de movimento de cotovelo seria o aumento do recrutamento do músculo bíceps braquial. Como a cabeça longa do bíceps participa da flexão de ombro, mas sua função principal está no cotovelo, sua atividade poderia estar traduzindo-se em flexão do cotovelo.<sup>59</sup>

Por tratar-se de efeitos agudos em uma amostra de grupos homogêneos de crianças espásticas uma característica relevante é que não foram observadas alterações significativas e tendências de piores valores angulares e espaço temporais das variáveis analisadas.

Estudos têm relatado que o treino com RV pode promover bons resultados em virtude de fatores como: repetição da tarefa, *feedback* visual e auditivos aumentados, mudanças neuroplásticas e motivação da criança.<sup>60,35,37</sup> Neste estudo, observou-se que as crianças mantiveram-se em treinamento por 45 minutos e apesar de algumas mostrarem-se um pouco cansadas após o treino, mantiveram-se estimuladas a continuar os exercícios até o final.

Os efeitos do treino convencional com duração de 45 minutos sobre as variáveis angulares não apresentaram alterações significativas nem tendências de melhora motora. A motivação reduzida quando as crianças foram submetidas aos exercícios convencionais, as repetições no treino direcionado à tarefa ocasionando cansaço e a falta de interesse podem ter interferido nos resultados apresentados.

Sabe-se que crianças com Paralisia Cerebral tendem a reduzir a atividade motora ao longo dos anos, quando deveriam aumentar sua intensidade e frequência. Assim, ainda que os resultados deste estudo não possam ser conclusivos, o treino com RV mostrou-se efetivo para motivar as crianças durante a terapia e pode ser considerado como uma estratégia

alternativa para estimular crianças com PC a manterem-se ativas e aumentando a participação na terapia.<sup>42</sup>

Estudos analisados através de exame de ressonância magnética funcional têm evidenciado mudanças neuroplásticas em crianças com PC hemiparética associadas a uma mudança de habilidades funcionais, as áreas do córtex motor primário e suplementar foram ativadas após o treino com realidade virtual na duração de 4 semanas de intervenção com frequência de 5 vezes por semana.<sup>61</sup>

O tempo para realização do movimento é uma medida funcional importante, já que pode ser um parâmetro para mensurar desempenho e monitorar a eficácia da terapia.<sup>62</sup> Neste estudo, observou-se uma tendência à redução na duração do movimento e aumento da velocidade no membro superior acometido após o treino convencional nas direções anterior e lateral variando a média da duração do alcance na direção anterior de 3,68s (IC= 0,79) (pré treino) para 3,05s (IC= 0,52) (pós treino) e 3,05s (retenção) (IC= 0,83). Já na direção lateral variou de 3,37s (IC= 0,71) (pré treino) para 2,91s (IC= 0,67) (pós treino), e 3,3s (IC= 0,72) (retenção). O pico da velocidade do movimento aumentou a média de 0,46m/s (IC= 0,36) (pré treino) para 0,68m/s (IC= 0,3) (pós treino) e 0,63m/s (IC= 0,42) (retenção) na direção lateral do movimento de alcance.

Como mencionado anteriormente, as crianças mantiveram-se bastante estimuladas durante a realização do treino com RV, e o número de repetição de movimentos foi superior à repetição durante o treino convencional. Assim, sugerimos que após a sessão de treinamento com RV, o cansaço pode ter interferido na velocidade do movimento.

A RV utilizada na intervenção para melhorar a função de MMSS em crianças com PC continua a ser um método relativamente novo, e as evidências sobre a sua eficácia estão crescendo. 3 ensaios clínicos randomizados controlados tiveram pelo menos um efeito potencialmente forte após treino de RV na função de MMSS de crianças com PC quando comparando dados pré treino e dados pós treino ao comparar o treino com RV ao treino convencional.<sup>59</sup> No entanto, não foram encontrados resultados

significativos neste estudo, influenciado pelo elevado intervalo de confiança das variáveis analisadas, o qual poderia ser reduzido caso o tamanho da amostra fosse aumentada.

Podemos considerar como limitações do estudo o reduzido tamanho da amostra, que pode ter contribuído para a ausência de resultados significativos. Além disso, o tempo dispendido para avaliação cinemática antes e após a sessão de treino pode ter comprometido o resultado em virtude do cansaço da criança. Sugerimos estudos com um tamanho maior da amostra a fim de investigar os efeitos da realidade virtual e se os mesmos serão mantidos para melhora do desempenho motor das crianças com PC hemiparética.

## **8. Conclusão**



De acordo com esta pesquisa, o treino com Realidade Virtual utilizando jogos do software *Nintendo Wii*® não foi capaz de alterar imediatamente o desempenho do movimento de alcance manual de crianças com PC hemiparética espástica, embora o mesmo treino se mostrou suficientemente atrativo, no qual as crianças mantiveram-se ativas durante sua execução.

## **9. Referências Bibliográficas**

1. Colver A, Fairhurst C, Pharoah POD. **Cerebral Palsy**. Lancet 2014; 383: 1240–49.
2. Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallett M, Mink JW. **Task Force on Childhood Motor Disorders Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood**. Pediatrics 2003; 111: 89–97.
3. Goldstein M *et al*. **Proposed definition and classification of cerebral palsy**. Developmental Medicine & Child Neurology 2005, 47: 571–576.
4. Renate C, Siebes MA, Wijnroks L, Vermeer A. **Qualitative analysis of therapeutic motor intervention programmes for children with cerebral palsy: an update**. Developmental Medicine & Child Neurology 2002, 44 (1): 593–603.
5. Koman LA , Smith BP, Shilt JS. **Cerebral Palsy**. Lancet 2004, 363 (9421): 1619–1631.
6. Tosun A *et al*. **Changing views of cerebral palsy over 35 years: the experience of a center**. The Turkish Journal of Pediatrics 2013; 55 (1): 8-15.
7. Van den Noort JC *et al*. **Evaluation of the Catch in Spasticity Assessment in Children With Cerebral Palsy**. Arch Phys Med Rehabil 2010; 91 (1), 615-623.
8. Coleman A *et al*. **Relationship Between Communication Skills and Gross Motor Function in Preschool-Aged Children With Cerebral Palsy**. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2013; 94(11):2210-7.
9. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. **The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors**. Disabil Rehabil. 2006; 28:183-191.
10. Bar-On L *et al*. **A clinical measurement to quantify spasticity in children with cerebral palsy by integration of multidimensional signals**. Gait & Posture 2013; 38: 141–147.

11. Himmelmann *et al.* **The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. X. Prevalence and origin in the birth-year period 1999–2002.** *Acta Pædiatrica* 2010; 99 (1): 1337–1343.
12. Klingels *et al.* **Upper limb impairments and their impact on activity measures in children with unilateral cerebral palsy.** *European Journal of the Paediatric Neurology* 2012; 16: 475 - 484.
13. Wen-Chi W, Jen-Wen H, Chiung-Yi T, Yi-Ching H. **Group Constraint-Induced Movement Therapy for Children With Hemiplegic Cerebral Palsy: A Pilot Study.** *The American Journal of Occupational Therapy* 2013; 67 (2): 201-208.
14. Zielinski MI, Jongsma LAM, Baas MC, Aarts BMP, Steenbergen B. **Unravelling developmental disregard in children with unilateral cerebral palsy by measuring event-related potentials during a simple and complex task.** *BMC Neurology* 2014; (14):6.
15. Annoek Louwers *et al.* **Immediate effect of a wrist and thumb brace on bimanual activities in children with hemiplegic cerebral palsy.** *Developmental Medicine & Child Neurology* 2011, 53: 321–326.
16. Inguaggiato GS, Perazza ASG, and Cioni G. **Brain Reorganization following Intervention in Children with Congenital Hemiplegia: A Systematic Review.** *Neural Plasticity* 2013: 1-8.
17. Skold A, Josephsson S, Elisasson AC. **Performing bimanual activities: the experiences of young persons with hemiplegic cerebral palsy.** *AMJ Occup Ther.* 2004; 58:416-25.
18. Jaspers E *et al.* **The reliability of upper limb kinematics in children with hemiplegic cerebral palsy.** *Gait & Posture* 2011; 33: 568–575.
19. Turolla SRC, Ciasca SM, Moura-Ribeiro MVL, Zanardi VA. **Hemiparetic Cerebral Palsy.** *Rev. bras. fisioter.* 2006; 10 (2): 157-162.
20. Fallang B *et al.* **Kinematic quality of reaching movement in preterms infants.** *Pediatric Research* 2003; 53(5): 836-842.

21. Perkins JU, Szostakowska L, Tamke LS, Leonard WA. **Effect of viewing angle on arm reaching while standing in a virtual environment: Potential for virtual rehabilitation K.I.** *Acta Psychologica* 2010; (133): 180–190.
22. Toshiaki T, Akira K, Syunichi S, Takashi I, Yusuke M, Norio K, Tomoya M, Maureen KH. **A Study of Upper Extremity Training for Patients with Stroke Using a Virtual Environment System.** *J. Phys. Ther.Sci.* 2013; 25 (5): 575–580.
23. Corbetta D, Bojezyk KE. **Infants return two- handed reaching when they are to walking.** *Journal of Motor* 2002; 34(1): 85-92.
24. Corbetta D, Thelen E, Jonhson K. **Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching.** *Infant Development and Behavior* 2000; 23 (1): 351-374.
25. Thelen *et al.* **The dynamic embodiment: a field theory of infant perseverative.** *Behavirol and Brain Sciences* 2001; 24 (1): 1-34.
26. Kugler PN. 1986. **A morphological perspective on the origin and evolution of movement patterns.** In M.G. Wade & H.T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (459–525).
27. Chen Y, Kang L, Doong J *et al.* **Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design.** *Physical Therapy*, 2007; 87(11): 1441-57.
28. Shepherd RB. **Fisioterapia Em Pediatria.** 3 ed. São Paulo: Santos; 1995.
29. Lemmens RJM, Janssen-Potten YJM, Timmermans AAA, Defesche A, Smeets RJEM and Seelen HAM. **Arm hand skilled performance in cerebral activity preferences and their movement Components.** *BMC Neurology* 2014, 14:52
30. Sandlund M, Mcdonough S, Hager-Ross C. **Interactive computer play in rehabilitation of children with sensorimotor disorders: a systematic review.** *Developmental Medicine & Child Neurology* 2009; 51: 173–179.

31. Merians *et al.* **Virtual Reality – Augmented rehabilitation for patients following stroke.** *Physical Therapy* 2002; 82: 898-915.
32. Pereira EM *et al.* **Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica.** *Neurología* 2012: 1-10.
33. Peñasco-Martín B *et al.* **Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación.** *Rev Neurol* 2010; 51 (8): 481- 488.
34. Burtner PA *et al.* **Effects of Feedback on Motor Learning.** *Developmental Medicine & Child Neurology* 2014; 56: 259–266.
35. Green D, Wilson PH. **Use of virtual reality in rehabilitation of movement in children with hemiplegia – A multiple case study evaluation.** *Disability & Rehabilitation*, 2012; 34 (7): 593–604.
36. Gordon CS, Roopchand-Martin A, Gregg. **Potential of the Nintendo Wii as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study.** *Physiotherapy* 2012; 98: 238–242.
37. Monteiro CBM, Massetti T, Silva TD, Kamp JV, Abreu LC, Leone CO, Geert JPS. **Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy.** *Developmental Disabilities* 2014; (35): 2430–2437.
38. Crosbie JH *et al.* **Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb after stroke: the user’s perspective.** *Cyberpsychol Behav* 2006; 9: 137–141.
39. Holden MK, Dyar T, Schwamm L, Bizzi E. **Virtual environment-based telerehabilitation in patients with stroke. Presence: Teleoperators and Virtual Environments.** *Rehabilitation* 2005; 14: 214–233.
40. Merians AS *et al.* **Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke?** *Neurorehabil Neural Repair.* 2006; 20: 252–267.

41. Reid DT. **The use of virtual reality to improve upper-extremities efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study.** Tech Disabil. 2002; 14: 53-61.
42. Chiu HC, Ada L and Lee HM. **Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial.** Clinical Rehabilitation 2014; 28(10): 1015-1025.
43. Souza MA. **Normative data for hand grip strength in healthy children measured with a hand dynamometer: a cross-sectional study.** Physiotherapy 2014: 1-6.
44. Sposito MM, Riberto M. **Avaliação da funcionalidade da criança com paralisia cerebral espástica: Functionality evaluation of children with spastic cerebral palsy.** Act Fisiart. 2010; 17(2): 50-61.
45. Chagas PSC, Defilipo EC, Lemos RA, Mancini MC, Frônio JS, Carvalho RM. **Classification of motor function and functional performance in children with cerebral palsy.** Rev Bra Fisioter 2008; 12(5): 409-16.
46. <http://www.rehab-scales.org/abilhand-kids-instructions.html>
47. Wen-Chi W, Jen-Wen H, Chiung-Yi T, Yi-Ching. **Group Constraint-Induced Movement Therapy for Children With Hemiplegic Cerebral Palsy: A Pilot Study.** The American Journal of Occupational Therapy 2013: 1-6.
48. QUALISYS, AB Qualisys. **Track Manager use manual.** Gothenburg, Suécia 2006; 1-92.
49. © 2012 Nintendo. **Nintendo of America Inc.** Web Site Privacy Statement.
50. Wang M, Reid D. **Virtual Reality in pediatric neurorehabilitation attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy.** Neuroepidemiology 2011; 36:2-18.
51. Randomization.com <http://www.randomization.com/>

52. Subramanian SK, Yamanaka J, Chilingaryan G, Levin MF. **Validity of Movement Pattern Kinematics as Measures of Arm Motor Impairment Poststroke.** *Stroke* 2010; 41: 2303-2308.
53. Meskers CGM, Van der Helm FCT, Rozenda LA, Rozing PM. **In vivo estimation of the glenohumeral joint rotation center from scapular bony landmarks by linear regression.** *Journal of Biomechanics* 1998; 31: 93-96.
54. Petuskey K, Bagley A, Abdala E, James MA, Rab G. **Upper extremity kinematics during functional activities: Three-dimensional studies in a normal pediatric population.** *Gait and Posture* 2007; 25: 573-579.
55. Rab, G, Petuskey K, Bagle A. **A method for determination of upper extremity kinectis.** *Gait and Posture* 2002: 15; 113-119.
56. Wu G, Van der Helm FC, Veeger HE, Makhsous M, Van Roy P, Anglin C ISB. **Recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion- Part II: shoulder, elbow, wrist and hand.** *Journal of Biomechanics* 2005: 38; 981–992.
57. Cargnin APM, Mazzitelli C. **Proposta de Tratamento Fisioterapêutico para Crianças Portadoras de Paralisia Cerebral Espástica, com Ênfase nas Alterações Musculoesqueléticas.** *Rev. Neurociências* 2003; 11(1): 34-39.
58. Shumway-Cook A, Woollacott MH. **Controle motor: teoria e aplicação prática.** 2 ed. São Paulo: Manole; 2002.
59. Chen YP et al. **Effect of Virtual Reality on Upper Extremity Function in Children With Cerebral Palsy: A Meta-analysis.** *Pediatric Physical Therapy* 2014; 289-300.
60. Chiu HC, Ada L, Lee HM. **Upper limb training using Wii Sports Resort for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial.** *Clin Rehabil.* 2014; 28(10):1015-24.
61. Sung HY et al. **Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy.** *Developmental Medicine & Child Neurology* 2005; 47(9): 628–635.



62. Kaishou X, Jianning L, Xiaohua Y, Chen,Y. **Surface Electromyography of Wrist Flexors and Extensors in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy.** American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation 2014: 1-6.



APÊNDICE 1: Carta de encaminhamento de Projeto ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**CARTA DE ENCAMINHAMENTO DE PROJETO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**

Natal, 25 de abril de 2013.

Eu, Natália Feitoza do Nascimento, aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação da Universidade do Rio Grande do Norte/UFRN no Mestrado em Fisioterapia na linha de pesquisa em Avaliação e Intervenção nos Sistemas Nervoso e Musculoesquelético, sob a orientação da Professora Dra. Ana Raquel Rodrigues Lindquist (UFRN), encaminho o projeto de pesquisa intitulado **“TREINO COM REALIDADE VIRTUAL NO ALCANCE MANUAL DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO”** para apreciação neste Comitê de Ética em Pesquisa.

Natália Feitoza do Nascimento: \_\_\_\_\_

Telefone de Contato: 84 9843-9232

Profa. Dra. Ana Raquel Rodrigues Lindquist: \_\_\_\_\_

Telefone de Contato: 84 8117-5502

## Parecer do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO GRANDE DO NORTE /  
UFRN CAMPUS CENTRAL



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeitos do Treino com Realidade Virtual no Movimento de Alcance de Crianças com Paralisia Cerebral

**Pesquisador:** Raphaella Oliveira Elias da Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 12649913.0.0000.5537

**Instituição Proponente:** Pós-Graduação em Fisioterapia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 308.763

**Data da Relatoria:** 31/05/2013

## APÊNDICE 2: Carta de apresentação para os pais



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

Senhores pais,

Somos alunas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e estamos fazendo um trabalho sobre os ganhos que o treinamento com o Nintendo Wii pode promover à criança com Paralisia Cerebral. Para fazermos esse trabalho precisamos contar com a ajuda de seu filho (a) para sabermos se haverá melhora na utilização do braço dele (a), e assim ajudar a tratar outras crianças que tenham as mesmas alterações que o seu filho (a).

Para isso precisamos que seu filho (a) compareça 3 dias no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para ser avaliado com câmeras que vão captar a atividade de alcançar objetos e posteriormente será realizado o tratamento com o vídeo game Nintendo Wii e fisioterapia convencional. Caso concorde com a participação do seu filho(a) nesse teste, assine o papel que está junto dessa carta. Nesses papéis contém todas as informações sobre o trabalho.

Se tiver alguma dúvida pode ligar para o número abaixo.

Obrigada pela colaboração,

Aluna: Natália Feitoza do Nascimento (84 9843-9232)

Professora: Ana Raquel Rodrigues Lindquist

## APÊNDICE 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos pais ou responsáveis



Ministério da Educação

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS OU RESPONSÁVEIS

#### Esclarecimentos

Este é um convite para seu (sua) filho(a) participar da pesquisa “ **Treino com realidade virtual no alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral: Ensaio Clínico Randomizado Cruzado**” que é coordenada pela professora Dra. Ana Raquel Rodrigues Lindquist.

A participação de seu(sua) filho(a) é voluntária, o que significa que ele(a) poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade.

Essa pesquisa tem como objetivo avaliar se o treinamento com o vídeo game Nintendo Wii é capaz de melhorar a capacidade de seu filho (a) utilizar o braço acometido. A partir disto, poderemos disponibilizar informações que poderão ser utilizadas por profissionais da área da saúde para confirmar a utilização na prática desse equipamento. Desta forma, com os resultados desta pesquisa poderemos melhorar a qualidade de vida de crianças com Paralisia Cerebral.

Após o seu consentimento, seu (sua) filho (a) será consultado sobre o desejo ou não de participar da pesquisa e de realizar os testes que serão explicados de forma clara para que eles(as) possam compreender. Caso a criança não queira participar, sua vontade será respeitada.

Caso decida aceitar o convite, seu (sua) filho(a) será conduzido a uma avaliação inicial na qual serão verificadas medidas de peso, idade, altura, amplitude de movimento, força de preensão manual. Além da classificação da

alteração do tônus muscular (espasticidade) e habilidade manual do membro acometido, após isso será submetido(a) a uma avaliação do movimento de alcançar objeto em algumas direções com um equipamento que analisa o movimento chamado Qualisys, assim será avaliado a capacidade de seu filho(a) utilizar o braço acometido.

Esta avaliação será realizada de forma simples e não invasiva, **NÃO** serão realizados procedimentos que possam gerar dor ou desconforto. Será iniciado no mesmo dia da avaliação o tratamento com fisioterapia convencional ou com o vídeo game Nintendo Wii, a sessão terá duração de 45 minutos e a criança será reavaliada através do equipamento Qualisys. O (a) Sr(a) responsável responderá a um questionário contendo 21 itens a respeito das habilidades manuais que a criança realiza e ao Questionário sobre Atividades de Vida de Diária do seu(a) filho (a).

Após uma semana seu (a) filho (a) retornará ao Departamento de Fisioterapia, onde realizará o procedimento de tratamento que não foi proposto no primeiro momento e novamente será reavaliado com o Qualisys. E após mais uma semana ele será reavaliado pelo mesmo equipamento. Portanto, a criança precisa comparecer 3 dias. Essa ordem dos tratamentos é aleatória. Para que seu(sua) filho(a) não fique cansado(a) durante a realização dos testes e tratamentos será dado tempo de descanso.

Os possíveis riscos que podem ocorrer durante a pesquisa são aqueles referentes a uma má realização das técnicas terapêuticas bem como em consequência da atividade física realizada. São alguns deles: o dolorimento muscular tardio, desconforto durante e após o treinamento. Porém, para que isto não aconteça, seu filho(a) será atendido por uma fisioterapeuta capacitada para realizar as técnicas, todo o ambiente no qual será realizada a pesquisa será adequado para evitar acidentes e o (a) Sr (a) poderá acompanhá-lo durante todo momento.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e o nome do seu(sua) filho(a) não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita sem a identificação dos indivíduos e de forma conjunta, permitindo uma melhor confidencialidade.

Será preservada a proteção da imagem dos indivíduos e não utilização das informações em prejuízo das pessoas. Em qualquer momento, se seu (sua) filho(a) sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, seu(sua) filho(a) terá direito a indenização.

## **AUTORIZAÇÃO**

Eu, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ declaro estar ciente e informado(a) sobre os procedimentos de realização da pesquisa, conforme explicados acima, e permito que a criança pelo qual sou responsável participe voluntariamente da mesma.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador responsável: Ana Raquel Rodrigues Lindquist

Assinatura: \_\_\_\_\_

Endereço profissional: Av. Salgado Filho, 3000. Campus Universitário. Departamento de Fisioterapia. Caixa Postal: 1524. CEP: 59072-970. Natal-RN. Telefone: 84 8117-5502. E-mail: raquellindquist@ufrnet.br

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa:

End: Praça do Campus Universitário, Bairro Lagoa Nova, Caixa Postal 1666, CEP 59072-970, Natal-RN. Telefone/fax: 84 3215-3135. E-mail: cepufrn@reitoria.ufrn.br

\_\_\_\_\_

Local

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Data



## APÊNCICE 4: Termo de autorização de uso da imagem

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

Eu, \_\_\_\_\_, portador(a) da Cédula de Identidade RG nº \_\_\_\_\_, responsável legal pelo(a) menor \_\_\_\_\_, portador(a) da Cédula de Identidade RG nº \_\_\_\_\_, **AUTORIZO** o uso da imagem do menor em todo e qualquer material entre fotos, vídeos, documentos e outros meios de comunicação, para fins didáticos, de pesquisa e divulgação de conhecimento científico e divulgação de projetos audiovisuais sem quaisquer ônus e restrições. Imagem essa captada na pesquisa intitulada **“Treino com realidade virtual no movimento de alcance manual de crianças com paralisia cerebral: Ensaio clínico randomizado cruzado”**. Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens e depoimentos do(a) menor supracitado(a), não recebendo para tal qualquer tipo de remuneração.

Natal, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de 2014.

---

Nome do responsável legal

APÊNDICE 5: Avaliação da Amplitude de Movimento Passiva e Força de Preensão Manual

GONIOMETRIA PASSIVA	
MOVIMENTO	MS PARÉTICO ( ) D ( ) E
Flexão de ombro	
Hiperextensão de ombro	
RI de ombro	
Re de ombro	
Abdução de ombro	
Adução horizontal de ombro	
Flexão de cotovelo	
Extensão de cotovelo	
Pronação rádio-ulnar	
Supinação rádio-ulnar	
Flexão de punho	
Extensão de punho	

Dinamometria (KgF)	MSD	MSE
Força de Preensão Manual 1		
Força de Preensão Manual 2		
Força de Preensão Manual 3		

## APÊNDICE 6: DADOS ANTROPOMÉTRICOS E CLÍNICOS



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO  
NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

## Ficha de registro dos dados coletados

Paciente: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) M ( ) F Hemiparesia: ( ) Congênita ( ) Adquirida  
Idade: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ MACS: ( ) I ( ) II ( ) III

ASHWORTH	MEMBRO SUPERIOR ( ) D ( ) E
Flexores do ombro	
Extensores do ombro	
Flexores do cotovelo	
Extensores do cotovelo	
Flexores do punho	
Extensores do punho	

GONIOMETRIA PASSIVA	
MOVIMENTO	MS PARÉTICO
Flexão de ombro	
Hiperextensão de ombro	
RI de ombro	
Re de ombro	
Abdução de ombro	
Adução horizontal de ombro	
Flexão de cotovelo	
Extensão de cotovelo	
Pronação rádio-ulnar	
Supinação rádio-ulnar	
Flexão de punho	
Extensão de punho	

Dinamometria (KgF)	MSD	MSE
Força de Preensão Manual 1		
Força de Preensão Manual 2		
Força de Preensão Manual 3		



**Anexo 1: Escala Modificada de Ashworth****ESCALA MODIFICADA DE ASHWORTH**

Código: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>
0	Sem aumento do tônus muscular
1	Discreto aumento do tônus muscular, manifestado pelo apreender e libertar, ou por mínima resistência ao final da amplitude de movimento, quando a parte (ou as partes) afetada e movimentada em flexão ou extensão.
1+	Discreto aumento no tônus muscular, manifestado pelo apreender, seguido de mínima resistência através do resto (menos da metade) da amplitude de movimento.
2	Marcante aumento no tônus muscular através da maior parte da amplitude de movimento, porém as partes afetadas são facilmente movimentadas.
3	Considerável aumento do tônus muscular, movimentos passivos dificultados.
4	A parte (ou partes) afetada mostra-se rígida a flexão ou extensão.

## Anexo 2: Classificação da Habilidade Manual para crianças com Paralisia Cerebral de 4-18 anos.



### O que você precisa saber para utilizar o MACS?

A habilidade da criança em manipular objetos em atividades diárias relevantes, por exemplo, durante o brincar e o lazer, comendo e vestindo-se.

Em qual situação a criança é independente e até que ponto ela precisa de suporte e adaptação?

- I. **Manipula objetos facilmente e com sucesso.** No máximo, limitações na facilidade de realizar tarefas manuais que requerem velocidade e precisão. Porém, quaisquer limitações nas habilidades manuais não restringem a independência nas atividades diárias.
- II. **Manipula a maioria dos objetos mas com a qualidade e / ou velocidade da realização um pouco reduzida.** Certas atividades podem ser evitadas ou serem realizadas com alguma dificuldade; maneiras alternativas de realização poderiam ser utilizadas, mas as habilidades manuais geralmente não restringem a independência nas atividades diárias.
- III. **Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ ou modificar as atividades.** O desempenho é lento e obtido com sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade. Atividades são realizadas independentemente se elas tiverem sido organizadas ou adaptadas.
- IV. **Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas.** Desempenham parte das atividades com esforço e com sucesso limitado. Requer suporte e assistência contínuos e/ ou equipamento adaptado, para mesmo assim realizar parcialmente a atividade.
- V. **Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.** Requer assistência total.

### Distinções entre os níveis I e II

As crianças no nível I podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, o que requer controle motor fino minucioso, ou coordenação eficaz entre as mãos. Limitações também podem envolver desempenho em situações novas e não familiares. As crianças no nível II desempenham quase as mesmas atividades que as crianças do nível I, mas a qualidade do desempenho é menor, ou o desempenho é mais lento.

Diferenças funcionais entre as mãos podem limitar a eficácia do desempenho. Crianças no nível II geralmente tentam simplificar a manipulação dos objetos, por exemplo, utilizando uma superfície de suporte ao invés de manipular objetos com as duas mãos.

### Distinções entre os níveis II e III

As crianças do nível II manipulam a maioria dos objetos, embora lentamente ou com reduzida qualidade no desempenho. Crianças no nível III geralmente necessitam de ajuda para preparar a atividade e / ou requerem que sejam feitos ajustes no ambiente já que sua habilidade em alcançar ou manipular objetos é limitada. Elas não conseguem desempenhar certas atividades e seu grau de independência está relacionado ao grau de apoio oferecido pelo contexto ambiental.

### Distinções entre os níveis III e IV

As crianças do nível III podem desempenhar atividades selecionadas se a situação é pré-estabelecida e se tiverem supervisão e tempo suficiente. As crianças no nível IV necessitam de ajuda contínua durante a atividade e podem, na melhor das hipóteses, participar significativamente somente em partes de uma atividade.

### Distinções entre os níveis IV e V

As crianças do nível IV desempenham parte de uma atividade, porém, necessitam de ajuda contínua. As crianças do nível V podem, quando muito, participar com um simples movimento em situações especiais, por exemplo, apertar um simples botão ou ocasionalmente pegar objetos que são fáceis de segurar.

### Anexo 3: Medida de Habilidade e Desempenho Manual

#### ABILHAND-Kids - Manual Ability Measure English version

Patient \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

How DIFFICULT are the following activities?	Impossible	Difficult	Easy	?
1. Opening a jar of jam		X		
2. Putting on a backpack/schoolbag				X
3. Opening the cap of a toothpaste tube		X		
4. Unwrapping a chocolate bar			X	
5. Washing the upper-body				X
6. Rolling-up a sleeve of a sweater				X
7. Sharpening a pencil	X			
8. Taking off a T-shirt	X			
9. Squeezing toothpaste onto a toothbrush		X		
10. Opening a bread box			X	
11. Unscrewing a bottle cap			X	
12. Zipping-up trousers	X			
13. Buttoning up a shirt/sweater	X			
14. Filling a glass with water		X		
15. Switching on a bedside lamp			X	
16. Putting on a hat		X		
17. Fastening the snap of a jacket		X		
18. Buttoning up trousers	X			
19. Opening a bag of chips		X		
20. Zipping-up a jacket				X
21. Taking a coin out of a pocket		X		





## Parte I: Habilidades funcionais

## Área de Autocuidado

(Marque cada item correspondente:  
escorre dos itens: 0 = incapaz, 1 = capaz)

## A: TEXTURA DOS ALIMENTOS

- 1- Come alimento batido/amassado/coado
- 2- Come alimento moído/granulado
- 3- Come alimento picado em pedaços
- 4- Come comidas de texturas variadas

0	1

## B: UTILIZAÇÃO DE UTENSÍLIOS

- 5- Alimenta-se com os dedos
- 6- Pega comida com colher e leva até a boca
- 7- Usa bem a colher
- 8- Usa bem o garfo
- 9- Usa faca para passar manteiga no pão, corta alimentos macios

0	1

## C: UTILIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE BEBER

- 10- Segura mamadeira ou copo com bico ou canudo
- 11- Levanta copo para beber, mas pode derramar
- 12- Levanta, o/ firmaza, copo sem tampa, usando as 2 mãos
- 13- Levanta, o/ firmaza, copo sem tampa, usando 1 das mãos
- 14- Serve-se de líquidos de uma jarra ou embalagem

0	1

## D: HIGIENE ORAL

- 15- Abre a boca para a limpeza dos dentes
- 16- Segura escova de dente
- 17- Escova os dentes, porém sem escovação completa
- 18- Escova os dentes completamente
- 19- Coloca creme dental na escova

0	1

## E: CUIDADOS COM OS CABELOS

- 20- Mantém a cabeça estável enquanto o cabelo é penteado
- 21- Leva pente ou escova até o cabelo
- 22- Escova ou penteia o cabelo
- 23- É capaz de desembaraçar o pente o cabelo

0	1

## F: CUIDADOS COM O NARIZ

- 24- Permite que o nariz seja limpo
- 25- Assoa o nariz com lenço
- 26- Limpa nariz usando lenço ou papel quando solicitado
- 27- Limpa nariz usando lenço ou papel sem ser solicitado
- 28- Limpa e assoa o nariz sem ser solicitado

0	1

## G: LAVAR AS MÃOS

- 29- Mantém as mãos elevadas para que as mesmas sejam lavadas
- 30- Estrega as mãos uma na outra para limpá-las
- 31- Abre e fecha torneira e utiliza sabão
- 32- Lava as mãos completamente
- 33- Seca as mãos completamente

0	1

## H: LAVAR O CORPO E A FACE

- 34- Tenta lavar partes do corpo
- 35- Lava o corpo completamente, não incluindo a face
- 36- Utiliza sabonete (e esponja, se for costume)
- 37- Seca o corpo completamente
- 38- Lava e seca a face completamente

0	1

## I: AGASALHO / VESTIMENTAS ABERTAS NA FRENTE

- 39- Auxilia empurrando os braços p/ vestir a manga da camisa
- 40- Retira camisetas, vestido ou agasalho sem fecho
- 41- Coloca camiseta, vestido ou agasalho sem fecho
- 42- Coloca e retira camisas abertas na frente, porém s/ fechar
- 43- Coloca e retira camisas abertas na frente, fechando-as

0	1

## J: FECHOS

- 44- Tenta participar no fechamento de vestimentas
- 45- Abre e fecha fecho de correr, sem separá-lo ou fechar o botão
- 46- Abre e fecha colchete de pressão
- 47- Abotoa e desabotoa
- 48- Abre e fecha o fecho de correr (ziper), separando e fechando colchete/botão

0	1

## K: CALÇAS

- 49- Auxilia colocando as pernas dentro de calça para vestir
- 50- Retira calças com elástico na cintura
- 51- Veste calças com elástico na cintura
- 52- Retira calças, incluindo abotoar fechos
- 53- Veste calças, incluindo fechar fechos

0	1

## L: SAPATOS / MEIAS

- 54- Retira meias e abre os sapatos
- 55- Colça sapatos/sandálias
- 56- Colça meias
- 57- Coloca o sapato no pé correto; maneja fechos de velcro
- 58- Amarra sapatos (prepara cadarço)

0	1

## M: TAREFAS DE TOILETE

(roupas, uso do banheiro e limpeza)

- 59- Auxilia no manejo de roupas
- 60- Tenta limpar-se depois de utilizar o banheiro
- 61- Utiliza vaso sanitário, papel higiênico e dá descarga
- 62- Lida com roupas antes e depois de utilizar o banheiro
- 63- Limpa-se completamente depois de evacuar

0	1

## N: CONTROLE URINÁRIO

(score = 1 se a criança já é capaz)

- 64- Indica quando molhou roupa ou calça
- 65- Ocasionalmente indica necessidade de urinar (durante o dia)
- 66- Indica, consistentemente, necessidade de urinar e com tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)
- 67- Vai ao banheiro sozinho para urinar (durante o dia)
- 68- Mantém-se constantemente seco durante o dia e à noite

0	1

## O: CONTROLE INTESTINAL

(score = 1 se a criança já é capaz)

- 69- Indica necessidade de ser trocado
- 70- Ocasionalmente manifesta vontade de ir ao banheiro (durante o dia)
- 71- Indica, consistentemente, necessidade de evacuar e com tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)
- 72- Faz distinção entre urinar e evacuar
- 73- Vai ao banheiro sozinho para evacuar, não tem acidentes intestinais

0	1

Somatório da Área de Autocuidado:

Por favor, certifique-se de ter respondido a todos os itens

Comentários:

Partes II e III: Assistência do Cuidador e Modificação do Ambiente Circule o score apropriado para avaliar cada item das escalas de Assistência do Cuidador e Modificação do Ambiente	Assistência do Cuidador							Modificações			
	Independente	Supervisão	Mínima	Moderada	Máxima	Total	Normal	Compre	Reabilitação	Entrenha	
<b>Área de Autocuidado</b>	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
A. Alimentação: Come e bebe nas refeições regulares; não inclui cortar carne, abrir recipientes ou servir comida das travessas.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
B. Higiene Pessoal: Escova dentes, escova ou penteia o cabelo e limpa o nariz.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
C. Banho: Lava e seca o rosto e as mãos, toma banho; não inclui entrar e sair do chuveiro ou banheira, preparar a água e lavar as costas ou cabelos.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
D. Vestir - parte superior do corpo: Roupas de uso diário, inclui ajudar a colocar e retirar sutiã ou prótese; não inclui tirar roupas do armário ou gavetas, lavar com fechos nas costas.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
E. Vestir - parte inferior do corpo: Roupas de uso diário, incluindo colocar e tirar órtese ou prótese; não inclui tirar as roupas do armário ou gavetas.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
F. Banheiro: Lidar com roupas, manejo do vaso ou uso de instalações externas, e limpá-las; não inclui transferência para o sanitário, controle dos horários ou limpeza após acidentes.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
G. Controle Urinário: Controle urinário dia e noite, limpar-se após acidente e controle dos horários.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
H. Controle Intestinal: Controle do intestino dia e noite, limpar-se após acidente e controle dos horários.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
	Soma da área de Autocuidado						<input type="text"/>				Freqüências
<b>Área de Mobilidade</b>	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
A. Transferências no banheiro/cadeiras: Cadeira de rodas infantil, cadeira de tamanho adulto, sanitário de tamanho adulto.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
B. Transferências no carro/ônibus: Mobilidade dentro do carro ou no ônibus, uso do cinto de segurança, transferências/ abrir e fechar as portas do carro ou entrar e sair do ônibus.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
C. Mobilidade na cama/transferências: Subir e descer da cama sozinho e mudar de posição na própria cama.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
D. Transferências no chuveiro: Entrar e sair do chuveiro, abrir chuveiro, pegar sabonete e shampoo. Não inclui preparar para o banho.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
E. Locomoção em ambiente interno: 15 metros; não inclui abrir portas ou carregar objetos.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
F. Locomoção em ambiente externo: 45 metros em superfícies niveladas; focalizar na habilidade física para mover-se em ambiente externo (não considerar comportamento ou questões de segurança como atravessar ruas).	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
G. Escadas: Subir e descer um lance de escadas (12-15 degraus).	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
	Soma da área de Mobilidade						<input type="text"/>				Freqüências
<b>Área de Função Social</b>	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
A. Compreensão funcional: Entendimento das solicitações e instruções.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
B. Expressão funcional: Habilidade para fornecer informações sobre suas próprias atividades e tomar decisões as suas necessidades; inclui clareza na articulação.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
C. Resolução de problemas em parceria: Inclui comunicação do problema e o empenho com o adulto de referência ou um outro adulto em encontrar uma solução; inclui apenas problemas cotidianos que ocorrem durante as atividades diárias (por exemplo, perda de um brinquedo e conflitos na escolha das roupas).	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
D. Brincar com companheiro: Habilidade para planejar e executar atividades com um companheiro conhecido.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
E. Segurança: Cuidados quanto à segurança em situações da rotina diária, incluindo escadas, lâminas ou objetos quentes e deslocamentos.	5	4	3	2	1	0	N	C	R	E	
	Soma da área de Função Social						<input type="text"/>				Freqüências

