

**FACULDADE DE MEDICINA DO ABC  
FABIANA PAULA ALMEIDA MARTINS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO MOTOR EM INDIVÍDUOS COM PARALISIA  
CEREBRAL POR MEIO DE TAREFA VIRTUAL**

**SANTO ANDRÉ  
2018**

**FABIANA PAULA ALMEIDA MARTINS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO MOTOR EM INDIVÍDUOS COM PARALISIA  
CEREBRAL POR MEIO DE TAREFA VIRTUAL**

Dissertação elaborada Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (recomendado pelo Conselho Técnico-Científico CAPES - Parecer 656/2017).

**Área de Concentração:** Saúde Coletiva

**Orientador:** Carlos Bandeira de Mello Monteiro

**Coorientador:** Luiz Carlos de Abreu

**SANTO ANDRÉ**

**2018**

M379a Martins, Fabiana Paula Almeida

Análise do desempenho motor em indivíduos com paralisia cerebral por meio de tarefa virtual. / Fabiana Paula de Almeida Martins – Santo André, SP, 2018.

61 f.: il. color. 31 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Comissão de Pós-Graduação, Faculdade de Medicina do ABC.

Área de concentração: Saúde Coletiva

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

1. Paralisia cerebral.
2. Desempenho psicomotor.
3. Realidade virtual.

CDD: 616.84  
NLM: WL140

## DEDICATÓRIA

Ao meu esposo, por compartilhar seu amor e dedicação, estando sempre presente, sendo parte principal na conquista desse processo. As minhas irmãs, que juntas me motivaram e acreditaram em mim. Ao meu pai, que mesmo distante foi exemplo de dedicação e conquistas. Ao meu filho, por renovar sempre minha energia com seu sorriso e amor. A minha sogra por ser mãe e avó presente. E a minha querida *mãezinha* que em vida foi meu porto seguro. Amo muito vocês, obrigada por tudo e que Deus nos abençoe sempre.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me guiou por meio de minha fé, permitindo que nunca me faltasse força e coragem.

Ao Professor **Carlos Bandeira de Mello Monteiro**, por toda contribuição e carinho e paciência durante este processo.

Aos professores, **Gabriel Zorello Laporta** e **Luiz Carlos de Abreu** pela oportunidade.

À **Thaís Massetti** e **Talita Dias**, por acreditar no meu potencial, estando sempre disposta a me orientar, por seu carinho e sabedoria.

Aos meus amigos, **Natália da Silva Freitas Marques**, **Patricia Merly Martinelli**, **Rosicley Souza**, **Francielly Gomes Gonçalves**, **Léa Suzuki Zuchelo** e **Clarissa Cardoso Ribeiro**, pela paciência, oportunidade, convivência, pelos ensinamentos, carinho e por terem estado sempre dispostos a ouvir e partilhar seus conhecimentos, me sinto lisonjeada por ter vocês como meus amigos, que Deus Abençoe a todos.

Aos meus alunos, que juntos descobrimos o prazer de fazer pesquisa.

A todos os meus familiares e amigos que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha subida neste degrau.



## **Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC**

### **Código de Honra:**

*Os membros da comunidade do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC se comprometem a produzir trabalho acadêmico íntegro, o que significa um trabalho feito em concordância com padrões intelectuais e acadêmicos de atribuição exata das fontes, uso e coleta de dados apropriados e transparência no reconhecimento das contribuições de ideias, descobertas, interpretações e conclusões de outros.*

*Este é o código. Esta é a linha. Estes são os princípios! Assim são formados nossos discípulos para a prática da Ciência e exercício da Cidadania.*

**Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu**

Chefe do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC

## RESUMO

**Introdução:** A utilização de Sistemas de Realidade Virtual na avaliação do desempenho motor de pessoas com paralisia cerebral é nova, as evidências científicas de sua real eficiência precisam ser avaliadas. **Objetivo:** Avaliar a melhora do desempenho motor de indivíduos com paralisia cerebral do tipo hemiparético espástico por meio de tarefa virtual. **Método:** Foram selecionados 20 indivíduos, dos quais 10 tinham diagnóstico clínico de Paralisia Cerebral (grupo PC), e 10 indivíduos de desenvolvimento típico (grupo DT). Submetidos ao mesmo protocolo, sendo este uma tarefa de pré teste na qual interceptaram uma bola (que caía em uma canaleta na tela do computador) no exato momento que esta atingia o alvo tocando na barra de espaço do computador, depois os dois grupos deveriam fazer uma tarefa similar realizando gestos com a mão na frente da webcam para interceptar bolas que caíam no ritmo das músicas selecionadas durante 8 min em tarefa de realidade virtual. A sequência de protocolo seguiu: a) tarefa em ambiente de característica real (com contato físico): *timing* coincidente; b) tarefa em ambiente com característica virtual: *MoveHero*. **Resultados:** Houve tendência ao atraso do toque, sem diferenças entre o pré e pós teste em ambos os grupos e blocos, porém uma diferença na acurácia entre grupos e blocos, demonstrando que a prática do *MoveHero* levou a melhora do desempenho, com significância no grupo PC comparado ao grupo DT. Houve diferenças significativas para precisão e acurácia em ambos os grupos, porém pior desempenho no grupo PC. **Conclusão:** Crianças com Paralisia Cerebral apresentaram melhor desempenho após treino em tarefa em RV, entretanto com pior desempenho quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico.

**Palavras-chave:** Paralisia cerebral. Desempenho motor. Realidade virtual.

## ABSTRACT

Introduction: The use of Virtual Reality Systems in the evaluation of the motor performance of people with cerebral palsy is new, the scientific evidences of their real efficiency need to be evaluated. Objective: To evaluate the improvement of the motor performance of individuals with cerebral palsy of the spastic hemiparetic type by means of virtual task. Method: Twenty individuals were selected, of whom 10 had clinical diagnosis of Cerebral Palsy (PC group), and 10 individuals with typical development (DT group). Subjected to the same protocol, this being a pre-test task in which they intercepted a ball (falling into a channel on the computer screen) just as it reached the target by touching the spacebar of the computer, then the two groups should do a similar task by performing hand gestures in front of the webcam to intercept balls that fall to the beat of the selected songs for 8 min in virtual reality task. The protocol sequence followed: a) task in real characteristic environment (with physical contact): coincident timing; b) task in environment with virtual characteristic: *MoveHero*. Results: There was a tendency to delay the touch, with no difference between pre and post test in both groups and blocks, but a difference in the accuracy between groups and blocks, demonstrating that *MoveHero* practice led to improvement in performance, with significance in the group PC compared to the DT group. There were significant differences for accuracy and accuracy in both groups, but worse performance in the PC group. Conclusion: Children with Cerebral Palsy presented better performance after training in an RV task, however with a worse performance when compared to children with typical development.

**Keywords:** Cerebral palsy. Development motor. Virtual reality.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A. Demonstração do erro cometido pelo participante em cada tentativa (luz vermelha - sem sucesso). B. Demonstração do acerto realizado pelo participante em cada tentativa (luz verde - bem-sucedida). C. Um exemplo de um participante executando a tarefa usando o botão de espaço do teclado. D. Posição inicial da mão.....	25
Figura 2	Desenho ilustrativo do software MoveHero. A. demonstração de acerto realizado pelo participante (luz verde). B. erro cometido pelo participante (luz vermelha) .....	26
Figura 3	Delineamento do estudo.....	27
Figura 4	Representação de média e erro padrão no erro constante de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.....	30
Figura 5	Representação de média e erro padrão no erro absoluto de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.....	31
Figura 6	Representação de média e erro padrão no erro variável de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.....	33
Figura 7	Representação de média e erro padrão dos erros variável (EV), absoluto (EA) e constante (EC) de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.....	

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PC	Paralisia Cerebral
RV	Realidade Virtual
DT	Desenvolvimento Típico
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
MACS	Sistema de Classificação da Habilidade Manual
PATER	Pesquisa e Aplicações Tecnológicas em Reabilitação
3D	Três Dimensões
EC	Erro Constante
EA	Erro Absoluto
EV	Erro Variável
M1	Música um
M2	Música Dois
M3	Música Três
M4	Música Quatro
LST	Least Significant Test
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ETCC	Estimulação Transcraniana Direta Anódica
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
PVQ	Questionário Voluntariado Pediátrico
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 Paralisia Cerebral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Realidade Virtual</b> .....	<b>17</b>
<b>2 MÉTODO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Instrumentos</b> .....	<b>21</b>
2.1.1 Software Timing Coincidente.....	22
2.1.2 Software MoveHero.....	23
<b>2.2 Procedimento e Design</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 Análise Dos Dados</b> .....	<b>26</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1 Timing Coincidente – Pré-Teste Vs Pós Teste</b> .....	<b>28</b>
3.1.1 Erro Constante (EC) .....	28
3.1.2 Erro Absoluto (EA).....	29
3.1.3 Erro Variável (EV).....	29
<b>3.2 Timing Coincidente – Pré-Teste Vs Pós Teste Com Aumento De Velocidade</b> .....	<b>30</b>
3.2.1 Erro Constante (EC).....	30
3.2.2 Erro Absoluto (EA).....	30
3.2.3 Erro Variável (EV).....	31
<b>3.3 Movehero</b> .....	<b>31</b>
3.3.1 Música 1 <i>versus</i> 2.....	31
3.3.2 Música 2 <i>versus</i> 3.....	33
3.3.3 Música 3 <i>versus</i> 4.....	33
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) é considerada uma condição clínica mais frequente na infância de predomínio motor, que leva a alterações no planejamento, elaboração, execução e aprendizado motor, decorrente de uma lesão encefálica em fase de maturação estrutural e funcional (BAX; 2005; JONES et al., 2007).

As dificuldades na função motora são variáveis e resultam na inabilidade do indivíduo em manter a postura e realizar movimentos normais (ODDING; ROEBROECK; STAM, 2006; VUKOJEVIĆ; SOLDÓ; GRANIĆ, 2009; HNATYSZYN et al., 2010; WEIGHTMAN et al., 2011) causando limitações na maioria das atividades de vida diárias e restringindo a participação dessas pessoas (TSAI et al., 2002; KUŁAK et al., 2010). Assim, indivíduos com Paralisia Cerebral participam de um programa de reabilitação multidisciplinar que deve considerar vários alvos, incluindo fatores ambientais e pessoais (CHEN; FANCHIANG; HOWARD, 2018).

A reabilitação pode ser considerada um processo longo e árduo para muitas pessoas com deficiências que precisam encarar a difícil tarefa de buscar uma variedade de ferramentas de intervenção atraentes, significativas e motivadoras que possam ser adaptadas para facilitar esse processo (WEISS, 2004).

Nesse contexto, com a crescente acessibilidade da tecnologia assistida por computador, os programas de reabilitação usam cada vez mais ambientes de realidade virtual para melhorar a dedicação durante o processo de reabilitação (BARTON et al., 2013; BURDEA; CIOI; KALE, 2013; MITCHELL et al., 2012; RIENER et al., 2013). Além disso, a realidade virtual (RV) tem sido recentemente explorada como uma intervenção especificamente para melhorar a função motora em crianças com PC (CHEN; FANCHIANG; HOWARD, 2018).

A RV é definida como “o uso de simulações interativas criadas com hardware e software para apresentar aos usuários oportunidades de se envolver em ambientes que parecem ser e se parecem com objetos e eventos do mundo real” (WEISS, 2004). Segundo Hurkmans, Van e Stam (2010), Huber et al. (2010) e Vissers et al. (2008), algumas vantagens da realidade virtual incluem a prática em casa (ou seja, on-line), independente ou em interação com outras pessoas (por exemplo, games) e com ou sem supervisão de um profissional. No entanto, destaca-se que a RV como uma intervenção para indivíduos com PC é relativamente nova e,

embora a pesquisa esteja evoluindo rapidamente, seus benefícios e limitações não foram extensivamente pesquisados (MITCHELL et al., 2012; SNIDER; MAJNEMER; DARSAKLIS, 2010).

Chen, Fanchiang e Howard (2018), por meio de uma revisão sistemática da literatura, examinaram o efeito da função de realidade virtual (VR) em crianças com PC e descobriram que a RV é uma intervenção viável para melhorar a função do braço, deambulação e controle postural nessas crianças. Além disso, a intervenção da RV mostrou um forte efeito na melhora da função motora na PC quando comparada com terapia convencional. No entanto, os autores também enfatizam que as razões pelas quais a RV funcionava ainda permaneciam desconhecidas e destacou as necessidades de um projeto de pesquisa mais vigoroso para fazer uma recomendação conclusiva.

Apesar das pesquisas positivas utilizando a realidade virtual no tratamento de indivíduos com paralisia cerebral, Monteiro et al. (2014) sugeriram que esse tema deve ser visto com algumas ressalvas. Os autores examinaram se as melhorias de desempenho no ambiente virtual eram transferidos para o ambiente real em indivíduos com PC enquanto realizavam duas tarefas de tempo de coincidência, sendo uma com contato físico e outra sem contato físico. Os autores constataram que os indivíduos com paralisia cerebral, bem como os seus pares em desenvolvimento típico, o tempo coincidente melhorou com a prática em ambas as tarefas. No entanto, os autores sugeriram que essas melhorias foram específicas para o ambiente de prática e ressaltaram que não houve transferência de aprendizagem entre os ambientes, e indicando a importância de novas pesquisas para investigarem melhor essa questão.

Nesse sentido, importa destacar a diferença entre praticar uma tarefa em ambiente com ou sem contato físico. Em ambientes sem contato físico, os participantes executam uma determinada tarefa, mas a meta é muitas vezes relativamente abstrata e dirigida a objetos intangíveis o que pode influenciar diretamente no desempenho. Ao realizar uma tarefa em ambiente sem contato físico existe uma organização espaço-temporal diferente do ambiente real, especialmente entre as pessoas com distúrbios do movimento (ver MONTEIRO et al., 2014 e 2017).

Considerando as deliberações apresentadas, no presente trabalho pretende-se analisar se existe benefício em praticar uma tarefa em ambiente virtual e verificar

a melhora de desempenho em tarefa similar em ambiente real. Para tanto pessoas com PC e com desenvolvimento típico realizaram um pré-teste em tarefa com contato físico e, em seguida, realizaram a prática de tarefa semelhante em ambiente com característica mais virtual (sem contato físico) (ver MONTEIRO et al., 2014 e 2017). Após a prática, os grupos retornarão ao dispositivo com contato físico para verificar se ocorreu melhora de desempenho.

Baseado nas dificuldades existentes na PC como a espasticidade, redução da amplitude de movimento e alterações da postura e movimento podemos hipotetizar que crianças e adolescentes com PC apresentarão desempenho inferior ao de crianças e adolescentes com DT em todo o protocolo de pesquisa. No entanto, devido à dificuldade na prática sem contato físico, as pessoas com PC apresentarão melhora de desempenho no momento em que realizar tarefa no pós-teste (com toque físico).

Caso a hipótese seja comprovada, poder-se-á oferecer respaldo para o uso de tarefas sem contato físico (com característica mais virtual) como programa de reabilitação de pessoas com PC oferecendo suporte teórico conceitual para futuros trabalhos e intervenções clínicas.

## **1.1 Paralisia Cerebral**

A paralisia cerebral (PC) é definida como um conjunto de desordens motoras, sensitivas e cognitivas em graus variados de comprometimento, em consequência a uma lesão cortical precoce, que prejudica o desenvolvimento motor da criança (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014; ROSENBAUM, 2017). Segundo Bax et al. (2005) as desordens motoras são comumente associadas a alterações da sensação, aprendizado, percepção corporal, comunicação e comportamento, e ainda por complicações secundárias como epilepsia e alterações musculoesqueléticas que prejudicam o desempenho funcional do indivíduo.

As disfunções decorrentes da PC são heterogêneas, dependente do nível de comprometimento que o indivíduo apresenta (HNATYSZYN et al., 2010). As alterações dos segmentos corporais refletem na dificuldade de posicionamento do corpo em relação ao eixo gravitacional, dificultando assim o ato de criar e realizar estratégias para movimentos adequados (SHUMWAY; WOOLLACOTT, 2007).

Segundo Bar-Haim et al. (2010) e Steenbergen e Gordon (2006) as dificuldades motoras e limitações funcionais são visíveis e o movimento é prejudicado por uma alteração no planejamento motor de ordem superior e deficiências na aprendizagem motora.

As alterações motoras são partes cruciais para o diagnóstico clínico e funcional. Porém as diversas causas existentes para PC, torna o diagnóstico uma tarefa complexa (MONTEIRO, 2017) por isso uma avaliação detalhada deve ser realizada envolvendo informações sobre a gestação, período perinatal e pós-natal, desenvolvimento motor da criança e doenças que surgiram durante a infância precoce (NOVACHEK; TROST; SOHRWEIDE, 2010).

Por muito tempo o diagnóstico da PC era baseado na anamnese, nos achados clínicos, nos atrasos motores, alteração do tônus e na persistência dos reflexos primitivos. Com o avanço dos recursos radiodiagnósticos (por tomografia e ressonância magnética) houve uma maior facilidade em determinar a gravidade e extensão das lesões cerebrais (GRAHAM et al., 2016).

As lesões cerebrais desenvolvidas, por acometimentos como hipóxico-isquemia até os três anos, estão entre as dez principais causas de paralisia cerebral hemiplégica espástica (GORDON; MAGGIO, 2012). Além da hipóxia neonatal outros fatores ocorridos nos períodos pré, peri e pós-natal são desencadeadores da PC. Durante o período pré-natal fatores externos, causa genética e infecções materna podem estar relacionadas ao surgimento dessa doença. Os fatores externos incluem a radiação solar, uso de drogas como as principais causas (SANTIS et al., 2008).

As causas de origem genéticas vêm levantando estudos que apontam uma probabilidade maior na incidência de PC em indivíduos com histórico na família (ROSENBAUM, 2017). Na condição materna, pré-eclâmpsia/eclâmpsia, hipotensão arterial, hemorragias durante a gestação, deslocamento prematuro da placenta, prolapso do cordão umbilical, infecções congênitas, são ditos como fatores contribuintes e principais causas para a PC (MONTEIRO, 2017).

Na fase perinatal, ou seja, durante o nascimento, a asfixia, presente em 8% a 15% dos casos de PC, baixo peso ao nascimento e a prematuridade são situações mais correlacionadas a PC, que podem ser consequências de outros fatores na fase materna como descritos anteriormente (DIAMENT; CYPEL, 2005). Em condições

pós-natais a prematuridade nos recém-nascidos leva a uma maior probabilidade de desenvolver hemorragia intracraniana (ARGYROPOULOU, 2010).

O período neonatal é a fase de maior vulnerabilidade, no qual podem ocorrer lesões diretas sobre o sistema nervoso central ocasionando lesões estruturais no encéfalo imaturo, desencadeando sequelas permanentes e o diagnóstico de PC (FUKUDA et al., 2010).

Em grande parte, na Europa e na Austrália, encontraram historicamente uma prevalência de PC variando entre 1,5 a 2,5 por mil nascidos vivos. Entretanto estudos recentes nos Estados Unidos, Taiwan e Egito encontraram taxas de prevalência acima de 3 por 1000 nascidos vivos. O aumento da sobrevivência de bebês muito prematuros contribuiu para o crescimento da prevalência nos países desenvolvidos (CHRISTENSEN et al., 2014; EL-TALLAWY et al., 2014).

No Brasil há uma estimativa de que a cada 1.000 crianças que nascem 7 têm PC, e em países subdesenvolvidos, estima-se que ocorram de 30 mil a 40 mil novos casos por ano. Essa condição em países subdesenvolvidos pode estar relacionada ao atendimento médico e hospitalar inadequado, más condições de nutrição materna e infantil, e a problemas durante a gestação (MANCINI et al., 2004).

Considerando as classificações de Paralisia Cerebral, Wimalasundera e Stevenson (2016) citam que pode ser classificada por dois critérios: pelo tipo de disfunção motora presente, ou seja, o quadro clínico resultante, que inclui os tipos extrapiramidal ou discinético (atetóide, coréico e distônico), atáxico, misto e espástico; e pela topografia dos prejuízos motores, ou seja, localização do corpo afetado, que inclui tetraplegia ou quadriplegia, monoplegia, paraplegia ou diplegia e hemiplegia. Além do funcionamento motor, a paralisia cerebral também pode alterar funções cognitivas, afetivas e comportamentais.

As formas mais brandas da PC apresentam espasticidade leve, retrações de membro superior e inferior de um hemicorpo (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014), que interfere na habilidade de coordenação manual, fraqueza e perda da ativação seletiva dos músculos e alteração proprioceptiva (HEMAYATTALAB et al., 2013; MAXIME, 2013). Como consequência os movimentos no lado afetado tornam-se lentos, espasmódicos e compensatórios (MAXIME, 2013).

A hemiplegia leva a dificuldade na execução de atividades do dia a dia, quando solicitadas habilidades bimanuais, pois a destreza dos membros superiores



são particularmente diferentes, não apenas na capacidade de controle de tempo de movimento, mas também na coordenação dos movimentos manuais (SGANDURRA et al., 2011).

A hemiplegia espástica, presente em 88% dos casos (O'SHEA, 2008), por dano unilateral do córtex motor ou trato piramidal é a mais comum entre as formas de PC. Os músculos afetados apresentam espasmos e alterações proprioceptivas, como resultado ocorrem alteração na velocidade e compensações motoras, porém apresentam capacidades de aprender e desenvolver habilidades motoras (HEMAYATTALAB et al., 2013).

O prejuízo motor influencia no desempenho funcional, dificultando a coordenação da contração muscular. Neste contexto, a pessoa apresentará alterações em tônus muscular, balance, coordenação, perda de força e perda do controle motor seletivo levando a complicações secundárias como contraturas e deformidades ósseas (PAPAVASILIOU, 2009).

Essas alterações implicam nas habilidades motoras levando o indivíduo com PC sofrer adaptações na motricidade na tentativa de restaurar ou mesmo tornar possível um determinado movimento (SANTOS; CORREA; FREUDENHEIM, 2003).

A eficiência em uma habilidade motora é depende das capacidades que foram desenvolvidas, da tarefa motora, da qualidade e da quantidade de experiências motoras vivenciadas anteriormente (SOUZA; ALMEIDA, 2006). Sendo necessário unir estas informações para que a tarefa a ser executada seja adequada quanto a precisão, reação e coordenação (MORI; OHTANI; IMANAKA, 2002).

Neste sentido a melhora no desempenho irá auxiliar na redução do número de erros na escolha da resposta, diminuindo o intervalo de tempo entre o programa de movimento e aumentando diretamente a eficiência do desempenho motor (MAGILL, 2000).

As dificuldades motoras causadas por alterações como a espasticidade são características definidoras na PC, porém, recentemente foi observado uma deficiência no planejamento motor e aprendizagem motora de ordem superior (BAR-HAIM et al., 2010; STEENBERGEN; GORDON, 2006). São limitados os estudos que investigam como ocorre o processo de aprendizado com extensos resultados (LIPTAK; ACCARDO, 2004).

Devido as alterações motoras e de aprendizagem, e considerando as disfunções motoras e limitações encontradas nos indivíduos com paralisia cerebral, são elaborados diversos tipos e modalidades terapêuticas que buscam restaurar as funções, entretanto, poucos estudos investigam avanços tecnológicos como estimulador do processo de aprendizagem motora na PC (HEMAYATTALAB et al., 2013).

Como descrito anteriormente a Paralisia Cerebral afeta não só a habilidade motora, mas também pode acompanhar distúrbios de sensibilidade, aprendizado, e percepção, e, por conseguinte acarretando em um déficit motor e sensorial (BAX et al., 2005). Com esse prejuízo o indivíduo com PC, pode reduzir consideravelmente sua independência funcional. Tornando primordial programas de treinamento apropriados e motivacionais para melhorar a função motora e para ajudar esses indivíduos a obterem uma maior independência. Para estes fins, jogos de movimento de vídeo interativo, pode ser um bom complemento aos métodos de reabilitação (SANDLUND, 2014).

Existe uma diversidade de recursos terapêuticos que propõe restaurar a função motora com recursos que levam a aprendizagem motora, porém poucos consideram as fases do aprendizado e propõem avaliar a capacidade de desempenho motor por meio da Tecnologia Assistiva.

## **1.2 Realidade Virtual**

A Realidade Virtual (RV) foi inserida como uma ferramenta com potencial para a execução de atividade física em crianças com o desenvolvimento típico (DT) (HAMEL; ROBBINS; WILBUR, 2011), como também para crianças com paralisia cerebral (MITCHELL et al., 2012).

Entretanto pesquisas divergem sobre os benefícios da realidade virtual (RV) para a realização de um programa de exercício ou tarefas funcionais para crianças com alterações neurológicas (HARRIS; ROXBOROUGH; 2005; JANNINK; BINK; JANSEN, 2001; ADAMOVICH, 2009; WEISS, 2004).

É importante enfatizar que os benefícios da RV podem incluir a prática domiciliar, on-line e a interação com outras pessoas, bem como a possibilidade de realizar tarefas virtuais sob a supervisão de um profissional (HURKMANS; VAN;

STAM, 2010; VISSERS et al., 2008; HUBER et al., 2010), fornecendo uma reabilitação movitacional e interativa (BROCHARD et al., 2010).

Atualmente, existem várias pesquisas referentes a PC considerando-se as funções motoras grossas e as incapacidades funcionais de mobilidade, função social e autocuidado (DOMELLF; ROSBLAD; RONNQVIST, 2009; MACKENZIE et al., 2009; LARSSON; SANDBERG; SMITH, 2009; COOPER; BALANDIN; TREMBATH, 2009, MARINHO; SOUZA; PIMENTEL, 2008). Entretanto, verificam-se poucas propostas que possibilitem uma comprovação de que o uso de realidade virtual não imersiva sem contato com a tarefa pode melhorar a execução de um ato motor com contato com a tarefa.

Shih, Chang e Shih (2010) alegam que os ambientes virtuais podem permitir que as pessoas com deficiência, quando envolvidos neste ambiente, apresentam uma melhora significativa no seu nível de interação. No entanto, a utilização de tarefas em ambiente de RV como um programa de intervenção para pessoas com PC é considerado novo (SNIDER; MAJNEMER; DARSAKLIS, 2010; MITCHELL et al., 2012), esta modalidade terapêutica é considerada motivadora e sedutora para crianças e adolescentes com PC (SNIDER; MAJNEMER; DARSAKLIS, 2010), e mesmo existindo uma evolução rápida de pesquisas na área, as suas vantagens e limitações não foram comprovados (MITCHELL et al., 2012)

Segundo Green e Baiveilier (2006) o controle manual por estímulo visual pode ser melhorado por meio de jogos virtuais que provocam desafios complexos, quando comparado com tarefas simples, a performance é relativamente melhor. Movimentos repetidos executados em tarefas virtuais pode ser capaz de induzir a plasticidade neural levando a aprendizagem motora, sendo esta uma característica comum da RV (BURDEA; CIOI; KALE, 2013; QUADRADO et al., 2017).

No entanto, apesar das propostas apresentadas com tecnologias na reabilitação de crianças com PC, a realidade virtual parece possibilitar um futuro promissor para a reabilitação.

Um benefício da RV é a possibilidade de variar as condições do ambiente por meio do feedback (HOLDEN; DYAR, 2002) com tarefas específicas, facilitando então maior aprendizado e melhoras nas habilidades funcionais (MCCOMAS; SVEISTRUP, 2002). Outros proveitos envolvem a melhora da marcha, equilíbrio

dinâmico e mobilidade citados nos estudos de Holden, Dyar (2002), Brown, Jaffe e Buckley (2002).

As crianças com PC precisam aprender as atividades motoras que envolvem tarefas do dia a dia para aplica-las de modo adequado no mundo real. Embora as dificuldades como a espasticidade a redução da amplitude de movimento sejam características definidoras na PC na limitação funional, sabe-se que os as desordens superiores limitam o aprendizado motor (BAR-HAIM et al., 2010; STEENBERGEN; GORDON, 2006). Como hipótese acreditamos que as pessoas com PC quando submetidas a um protocolo de RV não imersiva de *timing* coincidente sem contato direto com o objetivo, possa levar a uma melhora de seu desempenho motor. Podendo ressaltar que uma tarefa de RV pode levar a um processo de aprendizagem motora.

Ambientes virtuais oferecem experiências que auxiliam os indivíduos a terem melhores conceitos de aprendizagem na execução de tarefas específicas, que podem ser repetidas sempre que necessário. As tarefas virtuais podem ser controladas, uma vez que o estímulo social e ambiental pode ser retirado e manuseado de acordo com a funcionalidade do indivíduo, permitindo assim que os participantes se divirtam durante a aprendizagem (BELLANI et al., 2011).

A RV é cada vez mais utilizada para fins terapêuticos, incluindo na reabilitação de pessoas com PC (CHEN; FANCHIANG; HOWARD, 2018). Essa tecnologia é categorizada como imersivo, semi-imersivo e não imersivo, esta classificação se baseia pelo grau de integração pessoa/RV na atividade realizada.

Os programas operacionais oscilam de sistemas comerciais simples como um Nintendo WI, por exemplo, até o mais complexo criado por engenheiros. A maioria dos estudos até o momento mostraram alguns benefícios na função motora de indivíduos com PC, quando a RV foi inserida como forma de intervenção (ROBERT; LEVIN, 2018).

É o que mostra o artigo de Acar et al. (2016) que realizaram uma pesquisa envolvendo 30 indivíduos com diagnóstico de PC hemiparéticos com o objetivo de avaliar a eficiência de uma realidade aumentada associada ao tratamento de neurodesenvolvimento, os participantes foram separados em dois grupos, no primeiro foi realizado um tratamento apenas com o neurodesenvolvimento e no segundo o mesmo tratamento associado a tecnologia aumentada, os resultados

mostraram uma melhoria da função motora nos dois grupos e a qualidade da função foi observado apenas no grupo com tratamento associado a RV.

Além disso pesquisas com neuroplasticidade indicam que a RV inserida no campo da reabilitação está positivamente ligada ao engajamento ativo e motivação durante as intervenções. Apesar das inúmeras vantagens apresentadas ao uso da RV, enfatiza-se a necessidade do conhecimento sobre o processo da aprendizagem motora, pois a mesma contribuirá para elaboração de um programa de intervenção como a RV com base no domínio desta área de conhecimento (PAPAVASILIOU, 2009).

## 2 MÉTODO

Foram selecionadas 20 pessoas (crianças e adolescentes) com idade de seis à dezenove anos (a Organização Mundial de Saúde classifica como adolescentes sujeitos com idade até 19 anos e 364 dias) (WHO, 2007). O grupo experimental (Paralisia Cerebral) foi composto por dez indivíduos com diagnóstico de PC, com comprometimento funcional hemiparético espástico. Já o grupo controle foi composto por 10 indivíduos com Desenvolvimento Típico (DT). Os grupos foram pareados por idade e sexo, ambos foram submetidos ao mesmo protocolo.

Como critérios de inclusão do grupo de pessoas com PC preconizou-se: indivíduos com diagnóstico clínico de PC e característica motora de hemiparesia espástica leve; classificação da função motora grossa em níveis I e II segundo o Gross Motor Function Classification System (GMFCS) (PALISANO et al., 1997; SHEVELL; DAGENAIS; HALL, 2009) e classificação MACS (Sistema de Classificação da Habilidade Manual) (ELIASSON et al., 2006) em níveis I e II.

Foram excluídos do estudo indivíduos que não compreendessem a tarefa proposta após 3 tentativas; com comorbidades que impedissem a realização da atividade (deformidade músculo esquelética) e também indivíduos que realizaram bloqueio químico ou cirurgia nos membros superiores há menos de seis meses. Este estudo foi aprovado pelo comitê de Ética e Pesquisa da União Educacional do Norte– CEP/UNINORTE, sob o protocolo 1.996.775. Os participantes e/ou seus representantes legais assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

### 2.1 Instrumentos

Foram utilizados dois softwares diferentes, um que propiciava a tarefa de *Timing Coincidente* em ambiente virtual com contato físico (característica mais real) para o pré e pós-teste, e o segundo software “*Move Hero*” que propiciou a intervenção por meio da tarefa virtual. Ambos os softwares foram desenvolvidos pelo grupo de Pesquisa e Aplicações Tecnológicas em Reabilitação (PATER) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades, EACH-USP (ver CROCETTA et al., 2017).

### 2.1.1 Software Timing Coincidente

O software “*Timing*” Coincidente utiliza imagens 3D (Figura 1) e possibilitou que a tarefa de coincidências de tempo fosse feita pressionando a tecla de espaço em um teclado. A tarefa de *timing* coincidente foi baseada no Temporizador de Antecipação Bassin e Reeve (1997), e tem sido utilizada mundialmente por muitos autores (ver CHIVIACOWSKY et al., 2016; MONTEIRO et al., 2014; MALHEIROS et al., 2016) com o objetivo de avaliar e verificar a aprendizagem motora considerando o desempenho obtido pela diminuição dos erros, ou a variabilidade de erros.

Para o software de *timing* coincidente, são exibidas na tela do computador 10 esferas que acendem uma luz vermelha, em sequência até atingir a última esfera que é considerada o alvo (Figura 1). Os participantes tiveram feedback imediato de acerto ou erro da tarefa, tanto por meio de sons diferentes (Interação Auditiva- som diferenciado para acerto ou erro), quanto por meio de imagens que mudam de cor (Interação Visual- acerto aparecia uma informação verde na lateral da tarefa, caso a informação fosse de erro aparecia uma luz verde). Os indivíduos foram instruídos a colocar a mão próxima a barra de espaço do teclado do computador e orientados de que quando a primeira esfera superior fosse ativada eles poderiam mover a mão no momento que achar adequado para tocar a tecla exatamente no momento em que a última esfera (esfera alvo) fosse ativada (acendesse). Esta tarefa foi aplicada no pré e pós-teste do protocolo. Importante enfatizar que os participantes com Paralisia Cerebral (PC) deviam utilizar o membro superior parético (membro superior com maior dificuldade) e o grupo controle utilizou o mesmo membro superior que correspondente no grupo PC.

Figura 1 - A. Demonstração do erro cometido pelo participante em cada tentativa (luz vermelha - sem sucesso). B. Demonstração do acerto realizado pelo participante em cada tentativa (luz verde - bem sucedida). C. Um exemplo de um participante executando a tarefa usando o botão de espaço do teclado. D. Posição inicial da mão.



Fonte: da própria autora

### 2.1.2 Software MoveHero

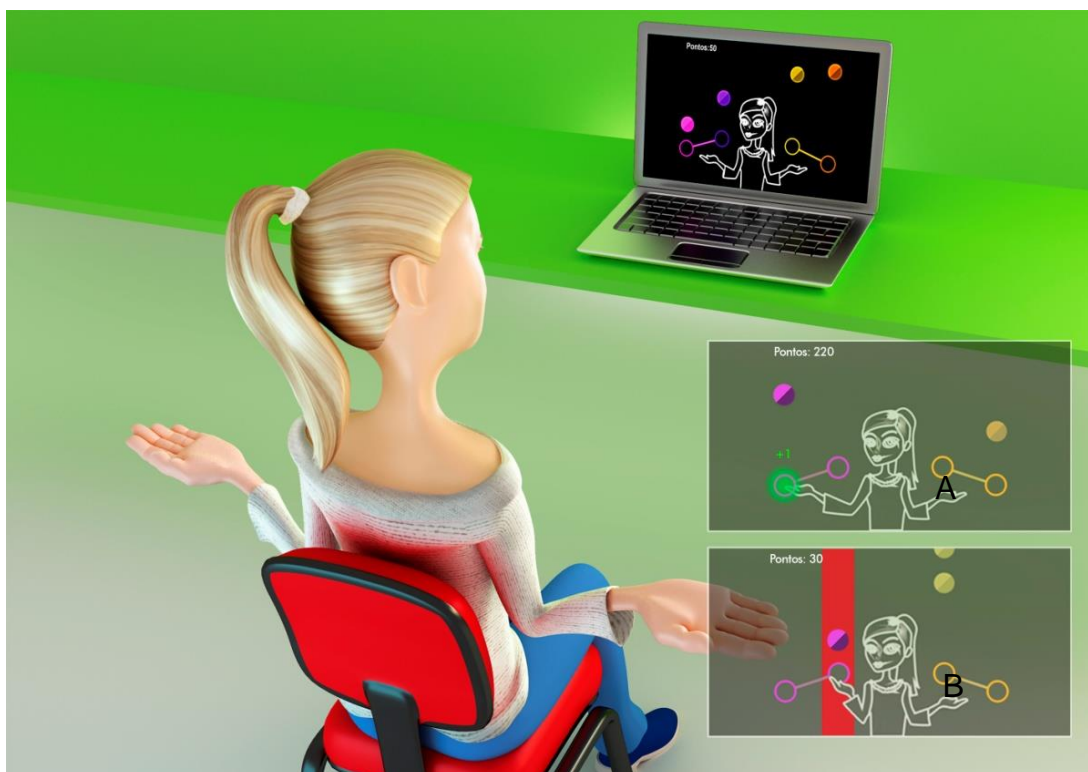
O Software *MoveHero* é um jogo que apresenta na tela do computador esferas que caem, em quatro colunas imaginárias, em ritmo musical selecionado pelo pesquisador. Esta também é considerada uma tarefa de *timing* coincidente e a ação consiste em reagir (utilizando os membros superiores) não deixando as esferas (bolas) passarem dos alvos fixos. As esferas só devem ser interceptadas quando alcançarem os alvos alocados de modo paralelo (em dois níveis de altura), sendo dois à esquerda (posição esquerda alvos A e B) e dois à direita do participante (posição direita alvos C e D), conforme visualizados na figura 2. O toque virtual é realizado pelo avatar do participante, ou seja aparecia na tela do computador uma representação do participante, que deve movimentar os braços na frente da webcam, coincidindo com o momento que a esfera toca o alvo. Os indivíduos foram



posicionados a uma distância de um metro e meio do monitor do computador e esperavam a queda das esferas (que caíram de modo aleatorizado em cada alvo), o movimento da mão do avatar deve atingir o círculo alvo, juntamente com a chegada da esfera. Assim, o jogo exige que o participante tenha uma estratégia de antecipação do movimento.

O jogo oferece feedback de acerto e erro por meio de uma mudança de cor nas esferas com acerto na cor verde e erro na cor vermelha, assim como existia uma numeração (+1) que aparece ao lado da esfera quando esta for atingida corretamente dentro do alvo. Além disso, no canto superior esquerdo da tela fica visível a pontuação total de 10 pontos para cada acerto, gerando um total máximo de 690 pontos por música utilizada. O tempo de prática foi de 8 minutos (4 musicas de 2 minutos cada).

Figura 2 - Desenho ilustrativo do software MoveHero. A. demonstração de acerto realizado pelo participante (luz verde). B. erro cometido pelo participante (luz vermelha).



Fonte: da própria autora

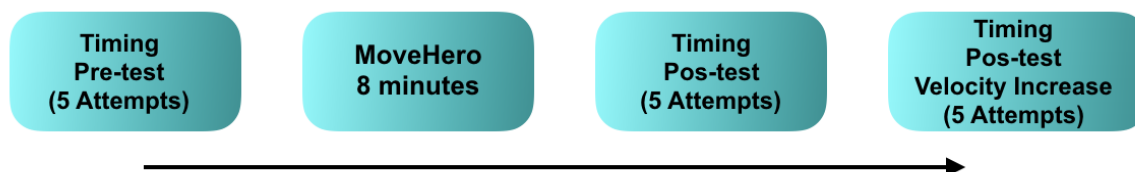
## 2.2 Procedimento e Design

Os indivíduos realizaram a tarefa individualmente em uma sala silenciosa, com apenas o experimentador, que forneceu as instruções. O computador foi posicionado em uma mesa. Os indivíduos permaneceram sentados com a altura do assento ajustada de acordo com as necessidades individuais. O funcionamento do jogo e das interfaces (touchscreen para o pré e pós-teste e webcam para a prática da tarefa em ambiente virtual) foi esclarecido verbalmente e por demonstração.

Para corresponder ao nosso objetivo, usamos um protocolo que nos permitiu medir a melhoria no tempo de coincidente (precisão e precisão do movimento) em um ambiente real para comparar o desempenho no pré e pós-teste após a prática de uma tarefa semelhante em um ambiente virtual (ou seja, todos os indivíduos executaram o protocolo de um dia com o pré-teste em uma tarefa real, seguido pelo desempenho da tarefa virtual e um pós-teste na mesma tarefa real executada anteriormente).

Neste protocolo, os indivíduos inicialmente realizaram um pré-teste com cinco tentativas na tarefa de timing coincidente (0,5 s de velocidade entre ascensão de cada esfera) utilizando teclado do computador (ambiente com feedback tátil - real) como dispositivo de interação. Após o pré-teste, todos realizaram a prática de tarefas virtuais utilizando o MoveHero (sem feedback tátil) por 8 minutos (quatro músicas de dois minutos cada uma). Imediatamente após a prática do MoveHero, os indivíduos realizaram mais cinco tentativas do pós-teste na mesma velocidade da tarefa inicial (com contato físico). Em seguida, aplicamos uma modificação da tarefa para avaliar a adaptação do desempenho (ou seja, se um bom desempenho poderia ser mantido após uma alteração na tarefa). Para a tarefa modificada, após o primeiro pós-teste, foram realizadas mais cinco tentativas em uma segunda fase pós-teste com um aumento de velocidade (aumento na velocidade da tarefa de 0,25 s entre o acendimento de cada esfera). O desenho do estudo é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Delineamento do estudo



Fonte: da própria autora

### 2.3 Análise Dos Dados

O tempo coincidente foi fornecido como o tempo em milissegundos considerando o erro do alvo; ou seja, quanto mais distante o toque estiver do alvo, maior será o erro em milissegundos. O erro de tempo foi definido como a diferença entre a hora em que a esfera de destino foi ativada e a hora em que a tecla foi acionada (tempo real coincidente). No caso do MoveHero (tarefa virtual), o erro de cronometragem foi definido como a diferença entre o momento em que a bola atingiu a esfera alvo e o tempo em que o indivíduo conseguiu acertar o alvo com a mão do avatar. Como usado por Monteiro et al., (2014; 2017), Quadrado et al. (2017) e o tempo de erro em milissegundos pode ser usado para analisar o Erro Constante - EC que avalia a tendência direcional do movimento; Erro Absoluto - EA que demonstra a acurácia de movimento; e Erro Variável - EV que identifica a precisão do movimento) (para detalhes sobre esses erros, veja Monteiro et al., 21). EC, EA e EV foram usados como variáveis dependentes para a tarefa de "*Timing*" coincidente e MoveHero.

Para a tarefa de "*Timing*" Coincidente os resultados foram obtidos usando blocos (média de 5 tentativas em cada) para todas as fases do estudo (pré-teste, pós-teste e pós-teste com aumento de velocidade). Para o "*MoveHero*" foi realizada a média de tentativas para cada posição das bolas (média das posições A e B, consideradas posição Esquerda e média das posições C e D, considerada posição Direita). O erro de temporização foi definido como a diferença entre o tempo de acendimento da esfera alvo e o tempo em que a tecla foi acionada (*Timing* Coincidente) ou o gesto foi registrado (*MoveHero*). As variáveis dependentes (EC, EA e EV) foram submetidas à ANOVA com fator: 2 (grupo: PC, DT), por 2 (blocos), com medidas repetidas no último fator.

No fator bloco na tarefa de "*Timing*" Coincidente foram feitas comparações separadas para as fases do estudo: pré-teste *versus* pós-teste, e pré-teste *versus* pós-teste com aumento de velocidade; e na tarefa de "*MoveHero*", para avaliar o efeito do treinamento (melhora do desempenho com a prática) em ambos os grupos, foram feitas comparações separadas, foram realizadas comparações entre as diferentes músicas (música 1 - M1 *versus* música 2 - M2; M2 *versus* música 3 - M3; M3 *versus* música 4 - M4) e diferentes posições (Esquerda e

Direita). As comparações post-hoc foram realizadas com o teste LST (*Least Significant Test*). Parcial  $\eta^2$  foi usado para calcular o tamanho do efeito, onde  $\eta_p^2 = 0.01$  foi considerado um pequeno efeito,  $\eta_p^2 = 0.06$  moderado e  $\eta_p^2 = 0.14$  grande (SILVA-FILHO et al., 2018). Foram considerados significantes valores de  $p < 0,05$ . O pacote estatístico utilizado foi o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences – SPSS (IBM, Chicago, Illinois, USA), versão 20.0.

### 3 RESULTADOS

A tarefa de *Timing* coincidente foi aplicada em três fases diferentes para assim avaliar o efeito da prática em tarefa de realidade virtual, sendo aplicada: (1) na fase pré-teste, cinco tentativas na velocidade de 0,5 segundos entre os acendimentos das esferas; (2) na fase pós teste, cinco tentativas na mesma velocidade do pré-teste; (3) na fase de pós teste com aumento de velocidade 0,25 segundos entre os acendimentos das esferas.

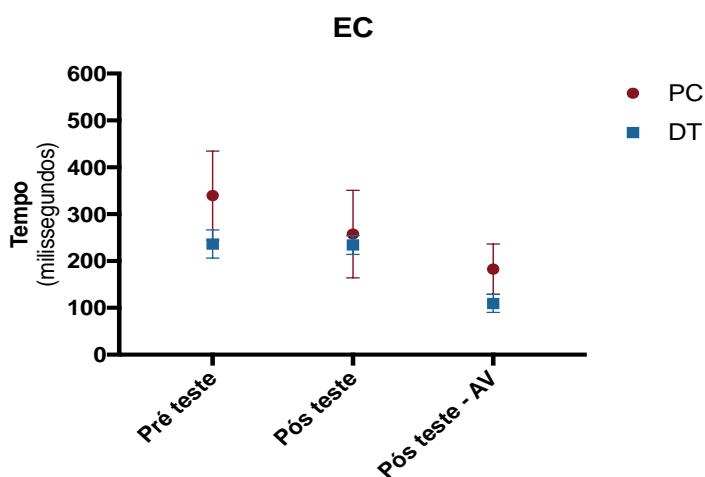
#### 3.1 *Timing* Coincidente – Pré-Teste Vs Pós Teste

Os resultados foram obtidos utilizando blocos (cinco tentativas cada) para todas as fases do estudo (pré-teste, pós teste e pós teste com aumento de velocidade).

##### 3.1.1 Erro Constante (EC)

O erro constante analisa a antecipação ou atraso na reação na tarefa designada, neste caso na fase de pré-teste da interface *Timing* Coincidente. A análise de variância não apontou efeitos ou interações significantes para Blocos ou Grupos. Este resultado aponta que ambos os grupos apresentaram tendência a atraso do toque, sem diferenças significativas do início para o fim do teste. Os valores de média e erro padrão estão representados na figura 4.

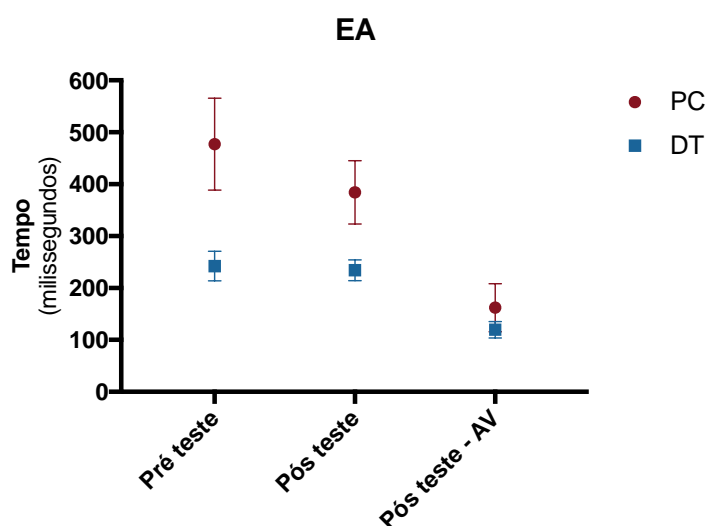
Figura 4 - Representação de média e erro padrão no erro constante de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.



### 3.1.2 Erro Absoluto (EA)

Para o EA, houveram efeitos significantes entre Blocos ( $F_{1, 15} = 5.01, p=0.041, \eta_p^2 = 0.25$ ), Grupos ( $F_{1, 15} = 7.83, p=0.014, \eta_p^2 = 0.34$ ) e interação marginalmente significante entre Blocos e Grupos ( $F_{1, 15} = 4.28, p=0.056, \eta_p^2 = 0.22$ ) (Figura 5). Este resultado aponta que houve melhora de desempenho entre pré e pós teste, ou seja, após a prática tarefa no *MoveHero*, entretanto o teste de *post-hoc* apontou que essa melhora de desempenho foi significativa apenas para o grupo PC. Além disto, o grupo PC apresentou pior EA do que o grupo DT. Os valores de média e erro padrão estão representados na figura 5.

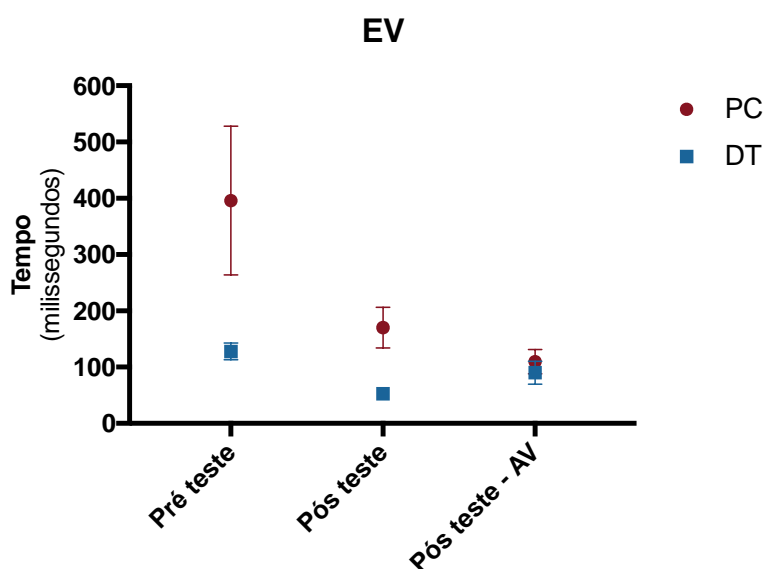
Figura 5 - Representação de média e erro padrão no erro absoluto de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.



### 3.1.3 Erro Variável (EV)

De forma similar ao erro absoluto houve diferença significativa para Blocos ( $F_{1, 15} = 6.22, p=0.025, \eta_p^2 = 0.29$ ) e Grupos ( $F_{1, 15} = 6.23, p=0.025, \eta_p^2 = 0.29$ ). Este resultado mostra que houve melhora do EV do pré para o pós teste, e o grupo com PC apresentou pior EV quando comparado ao grupo DT (Figura 6).

Figura 6 - Representação de média e erro padrão no erro variável de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.



### 3.2 Timing Coincidente – Pré-Teste Vs Pós Teste Com Aumento De Velocidade

#### 3.2.1 Erro Constante (EC)

A análise de variância apontou efeito significativo para Blocos ( $F_{1, 16} = 9.09$ ,  $p = 0.008$ ,  $\eta_p^2 = 0.36$ ), sem efeito para Grupos, assim como não houve interação significativa entre Blocos e Grupos. Este resultado aponta que ambos os grupos apresentaram tendência a atraso do toque, e que ambos grupos melhoraram o EC do pré para o pós teste com aumento de velocidade. Os valores de média e erro padrão estão representados na figura 4.

#### 3.2.2 Erro Absoluto (EA)

Para o EA, houveram diferenças significantes entre Blocos ( $F_{1, 16} = 20.2$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.56$ ), com diferenças marginalmente significantes para os grupos ( $F_{1, 16} = 4.29$ ,  $p = 0.055$ ,  $\eta_p^2 = 0.21$ ) e interação significativa entre Blocos e Grupos ( $F_{1, 16} = 4.57$ ,  $p = 0.048$ ,  $\eta_p^2 = 0.22$ ) (Figura 5). Este resultado aponta que houve melhora de desempenho entre pré e pós teste com aumento de velocidade, entretanto o teste de *post-hoc* apontou que essa melhora de desempenho foi significativa apenas para o

grupo PC. Além disto, o grupo PC apresentou pior EA do que o grupo DT apenas no bloco pré-teste. Os valores de média e erro padrão estão representados na figura 5.

### 3.2.3 Erro Variável (EV)

Foi encontrada diferença significativa para Blocos ( $F_{1, 16} = 5.58$ ,  $p = 0.031$ ,  $\eta_p^2 = 0.26$ ) e diferença marginal para Grupos ( $F_{1, 16} = 3.69$ ,  $p = 0.073$ ,  $\eta_p^2 = 0.19$ ). Este resultado mostra que houve melhora do EV do pré para o pós teste com aumento de velocidade em ambos os grupos, e o grupo com PC apresentou pior EV quando comparado ao grupo DT, apenas no bloco de pré-teste (Figura 6).

## 3.3 Movehero

Estão representados a seguir os resultados obtidos durante a tarefa de *MoveHero*, realizado entre as fases pré e pós testes.

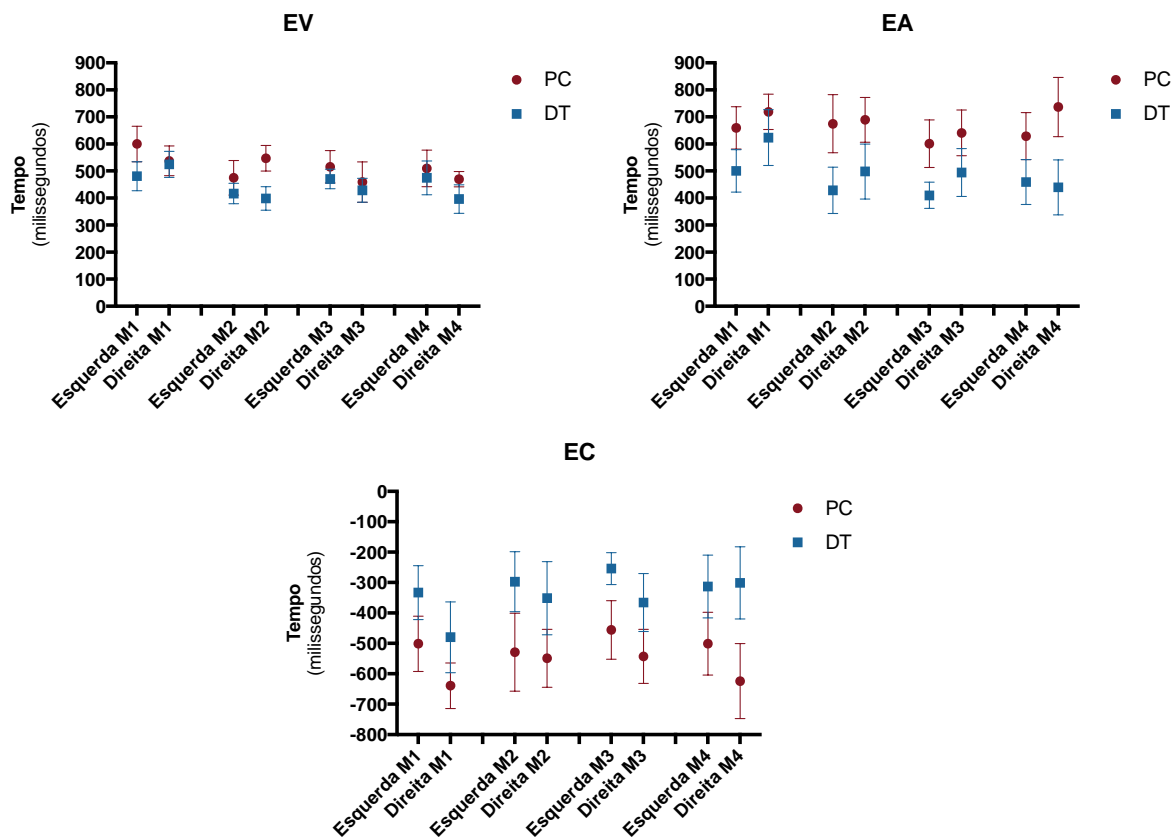
### 3.3.1 Música 1 versus 2

Não foram encontrados efeitos ou interações significativas entre as músicas 1 e 2 para os EC e EA, entretanto houve efeito para o EV ( $F_{1, 18} = 6.13$ ,  $p = 0.023$ ,  $\eta_p^2 = 0.25$ ), mostrando que na música 2 o EV foi menor ( $M = 446$  ms) do que na música 1 ( $M = 540$  ms). Não foram encontrados efeitos para Grupos (Figura 7).

Ao comparar as posições direita e esquerda de caimento das bolas não foram encontrados efeitos significativos para posições ou grupos (Figura 7).



Figura 7 - Representação de média e erro padrão dos erros variável (EV), absoluto (EA) e constante (EC) de ambos grupos PC e DT em todas as fases do experimento.



### 3.3.2 Música 2 *versus* 3

A ANOVA não encontrou efeitos significativos para as músicas, grupos ou posições da bola.

### 3.3.3 Música 3 *versus* 4

De forma similar à comparação entre as músicas 2 e 3, não houveram efeitos significativos para músicas, grupos ou posições da bola.

## 4 DISCUSSÃO

O presente estudo propôs avaliar a melhora de desempenho em indivíduos com Paralisia Cerebral (PC) e com desenvolvimento típico (DT) durante uma prática em ambiente virtual não-imersivo (tarefa sem toque físico) por meio da comparação de desempenho pré e pós-teste em tarefa real (com toque físico), com o objetivo de verificar se realizar uma prática em tarefa virtual propicia benefício em tarefa similar em ambiente real.

Os resultados demonstraram que houve melhora no desempenho entre pré e pós-teste, ou seja, após a prática da tarefa em ambiente sem toque físico propiciado pelo *MoveHero*, houve melhora no desempenho nos dois pós-testes (pós-teste 1 após a prática e pós-teste 2 com aumento da velocidade) em tarefa real, mas somente para o grupo com PC. Este é um resultado interessante que direciona para possível utilização de tarefas virtuais para reabilitação de pessoas com Paralisia Cerebral.

Neste sentido, Golomb et al. (2010) realizaram um estudo piloto com pessoas com PC hemiplégicas e constataram que a utilização de terapias por meio de videogame pode provocar ganhos significativos na função do membro superior parético. Além disso, Weightman (2011) e Preston et al. (2014) destacaram que a RV é uma ferramenta valiosa para melhorar as funções dos membros superiores, seja quando utilizada em casa ou no contexto escolar. Seus resultados apontaram melhorias significativas na cinemática do braço.

You et al. (2005), constataram por meio de ressonância magnética funcional o desenvolvimento de novas habilidades motoras no membro parético de crianças com PC após a prática de tarefa virtual.

Os processos de melhora funcional podem estar ligados as modificações neurais. Shin, Song e Hwangbo (2015) verificaram mudanças na plasticidade neural relacionado a atividade de tarefa virtual como parte da terapia de reabilitação em crianças com PC. Além disso, Grecco et al. (2015) compararam os efeitos da estimulação transcraniana direta anódica versus simulada (ETCC) combinada com o treinamento em realidade virtual para melhorar a marcha em crianças com paralisia cerebral. Seus resultados mostraram que as crianças com PC após a intervenção com ETCC ativa associada à RV tiveram melhor desempenho em relação à

velocidade da marcha, cadência, função motora grossa e mobilidade independente em relação àquelas que fizeram ETCC não combinada.

Os ambientes virtuais não-imersivo que provocam a interação com objetos em ambiente de simulação virtual, com feedback de suas ações, tem potencial para reprogramar as vias neurais e processos associados a função motora (BIDDISS, 2012).

Chen, Fanchiang e Howard (2018) em recente revisão sistemática da literatura de ensaios clínicos randomizados (ECR) usando um método de meta-análise têm investigado a eficácia da RV em ajudar crianças com PC a melhorar a função motora e concluíram que quando comparada com outras intervenções, a RV parece ser uma efetiva intervenção para melhorar a função motora dessas crianças.

Cabe ressaltar outro ponto interessante dos resultados obtidos com o *MoveHero* é que o grupo PC parece ter uma menor acurácia comparado ao grupo DT durante a prática do *Timing* coincidente, o que era esperado e foi observado em pesquisas anteriores (MONTEIRO et al., 2014; FERNANI et al., 2018), porém durante a prática do *MoveHero* esta diferença não foi observada. Considerando que na tarefa de *MoveHero* tanto o grupo PC como DT tiveram desempenho similares, podemos especular que:

(1) Nível de Função: os indivíduos com PC recrutados apresentavam nível leve de alteração na função motora grossa (níveis GMFCS e MACS I e II). Que apesar de apresentarem desempenho inferior ao Grupo DT no *timing* coincidente real (com toque físico) conseguiram se adaptar a tarefa virtual mais dinâmica. Chen et al. (2007) constataram que crianças com Paralisia Cerebral (Hemiplégicas) que apresentam um menor dano na funcionalidade e melhor compreensão da tarefa podem favorecer a melhora de desempenho, apresentando melhores resultados após a intervenção por meio da Realidade Virtual. Em estudos realizados por Do et al. (2016) programas de realidade virtual são capazes de alterar habilidades motoras (desempenho motor) em crianças com PC do tipo hemiplégica. Da mesma forma, Pourazar (2017) mostrou melhoras significativas em um grupo de crianças com PC após programa de intervenção com uso da RV.

(2) engajamento: a prática de uma tarefa mais motivadora provavelmente permitiu um maior interesse aos indivíduos com PC e desta forma conseguiram aproximar os valores aos indivíduos com DT durante a prática do *Movehero*. Outros

trabalhos foram realizados por meio de protocolo de aprendizagem motora, mas somente utilizando a tarefa de *timing* coincidente, que tem uma característica de tarefa laboratorial, impossibilitando realizar a tarefa por um tempo longo de prática (ver MONTEIRO et al. 2014; QUADRADO et al., 2017). Embora o engajamento parecesse ser o mesmo para os dois grupos, o grupo DT (devido ao seu padrão de movimento funcional) já apresentava grande desempenho desde o início da prática, provavelmente porque era uma tarefa muito fácil para eles. Como resultado, o engajamento apenas manteve o bom desempenho. No entanto, a tarefa proposta pelo software “MoveHero” propicia um maior engajamento provavelmente pelo número de esferas, músicas utilizadas e existência de um avatar. Nesse sentido destaca-se que o envolvimento e engajamento do participante é um fator essencial na utilização da realidade virtual na reabilitação. Quanto maior for a motivação da criança em realizar a tarefa maior o nível de engajamento durante o desempenho. Além disso, destaca-se a importância de alguns elementos na RV que promovem a motivação tais como a presença de um desafio com um grau apropriado implicado em cada tarefa, o que faz com que a pessoa participe mais intensamente (WEISS, 2004; HARRIS; ROXBOROUGH, 2005).

Nesse contexto, Harris e Roxborough (2005) exploraram o grau de motivação de 16 crianças com PC durante as sessões de reprodução de RV. O Questionário de Voluntariado Pediátrico (PVQ) foi usado para medir a motivação das crianças. Diferentes ambientes em RV produziram níveis variados de comportamento volitivo e, portanto, as características dos ambientes que produziram níveis mais altos de volição incluíram desafio, variabilidade e competição. Os autores destacaram que os escores volitivos gerais de crianças com PC indicaram que o jogo de RV é uma atividade motivadora e, portanto, tem potencial como uma ferramenta de intervenção bem-sucedida.

Estudo mais recentes têm reforçado estas características e indicam que a motivação de crianças com PC promove um maior engajamento e ainda destacam que estes são fatores essenciais da RV (LEVAC et al., 2012; CHEN et al., 2007; TACHIHARA et al., 2016; CHEN; FANCHIANG; HOWARD, 2018).

Outros achados reforçam que a motivação em uma tarefa é determinante nas respostas motoras e funcionais em pessoas com PC (TATLA et al. 2013; BARTLETT; PALISANO, 2002). A motivação se torna chave nas terapias, as

crianças quando motivadas apresentam melhores resultados no desempenho motor (MAGILL; ANDERSON, 2013). Neste contexto destacamos que uma tarefa com motivação (estímulos) é fator primordial no processo de neuroplasticidade funcional e de reorganização neural (CRAMER et al., 2011; DANZI et al., 2012).

(3) uma outra possibilidade foi que ao utilizar o dispositivo de webcam que necessitava de movimentos mais globais com participação de padrões de movimento mais proximais, os participantes com Paralisia Cerebral conseguiram se adaptar mais a esta tarefa e, desta forma, apresentar desempenho similar ao grupo com DT. Ou seja, o *timing* coincidente com a utilização do teclado necessitava de funções de extremidade e desta forma uma maior precisão de movimento. Monteiro et al., (2014) que utilizaram a mesma tarefa de teclado com indivíduos com PC também acharam resultados similares com o grupo DT sempre apresentando melhor desempenho. Fernani et al., (2017) compararam precisão e velocidade de movimento em indivíduos com PC e verificaram que existe uma maior dificuldade de movimento em tarefas que requerem mais precisão de movimento do que velocidade. Podemos especular que o *timing* coincidente com a utilização do teclado necessitava de mais precisão e movimento fino, enquanto o *MoveHero* tem uma característica de velocidade e movimentos globais. Assim, esta melhor funcionalidade na velocidade (FERNANI et al., 2017) e movimentos globais pode ter sido responsável pelo melhor desempenho na tarefa do *MoveHero*. Nesse sentido, importa destacar que tais achados reforçam o que vem sendo apontado pela literatura a qual indica que a execução de movimentos globais é mais fácil de ser efetivada quando comparada à execução de movimentos mais finos (FIGUEIREDO et al. 2015; FERNANI et al., 2017; GAILLARD et al., 2018).

Nesse contexto, nossos resultados são reforçados pelos achados de Gaillard et al. (2018), que apontou que, em crianças com PC, as anormalidades cinemáticas foram mais pronunciadas nos segmentos distais (flexão-extensão do cotovelo, pronosupinação e flexão-extensão do punho). Os autores discutiram que isso pode estar relacionado à fraqueza muscular e o aumento do tônus muscular é mais proeminente distalmente e tem maior influência nos movimentos distais.

Além disso, o movimento compensatório é frequentemente observado e pode ser acompanhado por resultados funcionais ruins em indivíduos com PC (FITOUSSI et al., 2011). No entanto, apesar das dificuldades relacionadas a esses padrões de

movimento, reforçamos aqui a capacidade funcional, o que pode ter permitido aos participantes do presente estudo atingir os objetivos da tarefa na tarefa virtual, mesmo utilizando movimentos compensatórios (FITOUSSI et al., 2011; HOWCROFFT et al., 2012). Assim, o movimento funcional da extremidade superior para atingir um alvo virtual pode ter impactado positivamente o desempenho e a capacidade funcional aprimorada.

Apesar dos resultados interessante encontrados nesta pesquisa, enfatizamos que tivemos uma com o número pequeno de participantes, o que diminuiu a sensibilidade dos testes (observou-se algumas diferenças marginais entre os grupos durante as músicas e as posições que as esferas caíram -ver figura 7- mas devido ao número de participantes não foram significativos). Ou seja, uma continuidade com número maior de participantes viabilizará verificar se variáveis independentes como sexo, lado hemiplégico, idade e classificação funcional influenciam os resultados.

## **5 CONCLUSÃO**

Crianças com Paralisia Cerebral apresentaram melhor desempenho após treino em tarefa em Realidade Virtual, entretanto com pior desempenho quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico. Portanto, utilizar as características de motivação, engajamento e efetividade da Realidade Virtual podem ser efetivos para promover melhora do desempenho motor das crianças com Paralisia Cerebral.



## REFERÊNCIAS

- ACAR, G. et al. Efficacy of neurodevelopmental treatment combined with the Nintendo wii in patients with cerebral palsy. **The Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, p. 774-780, 2016.
- ADAMOVICH, S. V. et al. Sensorimotor training in Virtual Reality: a review. **Neurorehabilitation**, v. 25, n.1, p. 29-44, 2009.
- ARGYROPOULOU, M. I. Brain lesions in preterm infants: initial diagnosis and follow-up. **Pediatr Radiol**, v. 66, n. 2, p. 222-9, 2010.
- BARTLETT, D. J.; PALISANO R. J. Physical therapists' perceptions of factors influencing the acquisition of motor abilities of children with cerebral palsy: implications for clinical reasoning. **Physical Therapy**, v. 82, n. 3, p. 237–248, 2002.
- BARTON, G. J. et al. The effects of virtual reality game training on trunk to pelvis coupling in a child with cerebral palsy. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 10, n. 1, p. 15, 2013.
- BAR-HAIM, S. Effectiveness of motor learning coaching in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 24, n. 11, p. 1009–1020, 2010.
- BASSIN, H. M. A.; REEVE, T. G.. A preliminary comparison of stimulus presentation methods with the bassin anticipation *timing* task. **Perceptual and motor skills**, v. 85, n. 1, p. 344-346, 1997.
- BAX, M. et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol.**, v. 47, n. 8, p. 571-6, 2005.
- BELLANI, M. et al. Virtual reality in autism: state of the art. **Epidemiol psychiatr sci**, v. 20, n. 3, p. 235-8, 2011.
- BIDDISS, E. Should we integrate video games into homebased rehabilitation therapies for cerebral palsy? **Future Neurol.**, v. 7, p. 515–518, 2012.
- BURDEA, G. C.; CIOI, D.; KALE, A. et al. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy-a case study series. **IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.**, v. 21, p. 165–173, 2013.
- BROCHARD, S. et al. What's new in new technologies for upper extremity rehabilitation. **Current Opinion in Neurology**, v. 23, n. 6, p. 683–687, 2010.
- BROWN, D. A.; JAFFE, D. L.; BUCKLEY, E. L. Proceedings: use of virtual objects to improve gait velocity in individuals with post stroke hemiplegia. **Neurol Rep.**, n. 26, p. 105, 2002.

CHEN, Y. P. et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. **Phys Ther.**, v. 87, n. 11 p. 1441-57, 2007.

CHEN, Y. P.; FANCHIANG, H. D.; HOWARD A. Effectiveness of virtual reality in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trails. **Physical Therapy**, Atlanta.v. 1, n.98, p. 63 –77, 2018.

CHIVIACOWSKY, S.; DREWS, R. Temporal-comparative feedback affects motor learning. **Journal of Motor Learning and Development**, v. 4, n. 2, p. 208-218, 2016.

CHRISTENSEN, D. et al. Prevalence of cerebral palsy, co-occurring autism spectrum disorders, and motor functioning — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, USA, 2008. **Dev. MedChild Neurol**, Atlanta, v. 1, n. 56, p. 59–65, 2014.

COOPER, L.; BALANDIN, S.; TREMBATH, D.; The Loneliness Experiences of Young Adults with Cerebral Palsy who use Alternative and Augmentative Communication. **Augmentative and Alternative Communication**, v. 25, n. 3, p. 154-64, 2009.

COLVER, A.; FAIRHURST, C.; PHAROAH, P. O. D. Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 383, p. 1240-49, 2014.

CRAMER, S. C. et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. **Brain**, v. 134, p. 1591–1609, 2011.

CROCETTA, T. B. et al. Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments. **Virtual Reality**, p. 1-11, 2017.

DANZI, M. M. et al. Facilitating neurorehabilitation through principles of engagement. **Journal of Allied Health**, v. 41, n. 1, p. 35–41, 2012.

DIAMENT, A.; CYPEL, S. **Neurologia infantil**. 4 ed. São Paulo: Atheneu, p. 1921, 2005.

DO, J. H. et al., The effects of virtual reality-based bilateral arm training on hemiplegic children's upper limb motor skills. **Neuro Rehabilitation**, v. 38, n. 2, p. 115-27, 2016.

DOMELLF, E.; ROSBLAD, B.; RONNQVIST, L. Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, V. 51, P. 807-16, 2009.

ELIASSON, A.C. et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Dev Med Child Neurol**. v. 48, n. 7, p. 549-554, 2006.

- EL-TALLAWY, H. N. et al. Cerebral palsy in Al-Quseir City, Egypt: prevalence, subtypes, and risk factors. **Neuropsychiatr Dis Treat.**, Assuit. v. 10, n. 1, p. 1267–1272, 2014.
- FERNANI, D. C. G. L. et al. Evaluation of speed-accuracy trade-off in a computer task in individuals with cerebral palsy: a cross-sectional study. **BMC Neurology**, v. 17, n. 1, p. 143, 2017.
- FIGUEIREDO, B.; UNCLES, M.. Moving across time and space: temporal management and structuration of consumption in conditions of global mobility. **Consumption Markets & Culture**, v. 18, n. 1, p. 39-54, 2015.
- FITOUSSI, F. et al., Upper limb motion analysis in children with hemiplegic cerebral palsy: proximal kinematic changes after distal botulinum toxin or surgical treatments. **J Child Orthop.** v. 5, n.5, p.363-370, 2011.
- FUKUDA, K. et al. Clinical aspects of epilepsy in children with periventricular leukomalacia. No To Hattatsu. **Brain and development**, Kagawa. v. 42, n. 4, p. 291-5, 2010.
- GAILLARD, Florence et al. Kinematic motion abnormalities and bimanual performance in children with unilateral cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, 2018.
- GRECCO, L. A. C., et al. Effects of anodal transcranial direct current stimulation combined with virtual reality for improving gait in children with spastic diparetic cerebral palsy: A pilot, randomized, controlled, double-blind, clinical trial. **Clinical Rehabilitation**, 2015.
- GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 32, p.1465–1478, 2006.
- GRAHAM, K. et al. Cerebral palsy. **Disease Primers**, Flemington Road, v. 2, n. 10, p. 1-13, 2016.
- GORDON, A. L.; MAGGIO, A. Rehabilitation for children after acquired brain injury: current and emerging approaches. **Pediatr Neurol.**, v. 46, n. 6, p. 339-344, 2012.
- GOLOMB, M. R. In-Home Virtual Reality Videogame Telerehabilitation in Adolescents With Hemiplegic Cerebral Palsy. **Arch Phys Med Rehabil.**, v. 91, 2010.
- HAMEL, L. M.; ROBBINS, L. B.; WILBUR, J. Computer- and web-based interventions to increase preadolescent and adolescent physical activity: a systematic review. **J Adv Nursing.**, v. 67, n. 2, p. 251–268, 2011.
- HARRIS, S. R.; ROXBOROUGH, L. Efficacy and Effectiveness of Physical Therapy in enhancing Postural control in children with cerebral Palsy. **Neural Plasticity**, v. 12, n. 2-3, p. 229-243, 2005.

HEMAYATTALAB, R. et al. Developmental Disabilities Effects of self-controlled feedback on learning of a throwing task in children with spastic hemiplegic cerebral palsy, **Res. Dev. Disabil.**, v. 34, n. 9, p. 2884–2889, 2013.

HNATYSZYN, G. et al. The role of magnetic resonance imaging in early prediction of cerebral palsy. **Turk J Pediatr.** v. 52, n. 3, p. 278-84, 2010.

HOLDEN, M.; DYAR, T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. **Neurol Rep.**, v. 26, n. 2, p. 62–71, 2002.

HOWCROFT, J. et al. Active video game play in children with cerebral palsy: potential for physical activity promotion and rehabilitation therapies. **Arch Phys Med Rehabil.** 2012, v.93, n.8, p.1448-1456.

HUBER, M. et al. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. **Engineering in Medicine and Biology Society**, v. 14, n. 2, p. 526-34, 2010.

HURKMANS, H. L.; VAN D. B. R. J.; STAM, H. J. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 10, p. 1577-1581, 2010.

JANNINK, J.L.; BINK, M.C.; JANSEN, R.C. Using complex plant pedigrees to map valuable genes. **Trends Plant Sci**, v.6, p.337, 2001.

JONES, M.W. et al. paralisia cerebral: introdução e Diagnóstico (parte I). **Journal of Health Care Pediatrica**, v.3, n.21, p 146 - 152. 2007.

KUŁAK, W., et al., Risk factors for cerebral palsy in term birth infants. **Advances in Medical Sciences**, v. 55, n.2, p. 216-21, 2010.

LARSSON, M.; SANDBERG, A. D.; SMITH, M. Reading and Spelling in Children with Severe Speech and Physical Impairments. **J Dev Phys Disabil.**, v. 21, p. 369–92, 2009.

LEVAC, D.; RIVARD, L.; MISSIUNA, C. Defining the active ingredients of interactive computer play interventions for children with neuromotor impairments: a scoping review. **Research in developmental disabilities**, v. 33, n. 1, p. 214-223, 2012.

LIPTAK, G. S.; ACCARDO, P. J. Health and social outcomes oh children with cerebral palsy. **The Journal of Pediatrics**, v. 145, p. 36-41, 2004.

MACKENZIE, S.J., et al., Using rasping Tasks to Evaluate Hand Force Coordination in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. **Arch Phys Med Rehabil.**, v. 90, p. 1439-42, 2009.

MAGILL, R. A., **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. 5th ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MAGILL, R.; ANDERSON, D. Motor learning and control: concepts and applications. 10th ed. **McGraw-Hill Education**, 2013.

MALHEIROS, S. R. P. et al. Computer task performance by subjects with Duchenne muscular dystrophy. **Neuropsychiatric disease and treatment**, v. 12, p. 41, 2016.

MANCINI, M. C., et al. Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional. **Rev. bras. fisioter.**, v. 8, n. 3, p. 253-260, 2004.

MARINHO, A. P. S.; SOUZA, M. A. B.; PIMENTEL, A. M. Desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral diparéticas e hemiparéticas. **Rev. Ci. méd. biol.**, v. 7, n. 1, p. 57-66, 2008.

MAXIME, T. R. et al., Motor learning in children with hemiplegic cerebral palsy and the role of sensation in short-term motor training of goal-directed reaching, **Developmental medicine & Child neurology**, v. 55, n. 12, p. 1121–1128, 2013.

MCCOMAS, J.; SVEISTRUP, H. Virtual reality applications for prevention, disability awareness, and physical therapy rehabilitation in neurology: our recent work. **Neurol Rep.**, n. 26, p. 55–61. 2002.

MITCHELL, L. et al. The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy. **Develop Med Child Neurol.**, v. 54, n. 7, p. 667–671, 2012.

MONTEIRO, C. B. M. et al., Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 10, p. 2430-2437, 2014.

MONTEIRO, C. B. M. et al. Short-term motor learning through non-immersive virtual reality task in individuals with down syndrome. **BMC NEUROLOGY**. v. 17, p. 1-8, 2017.

MORI, S.; OHTANI, Y.; IMANAKA, K. Reaction time and anticipatory skills of karate athletes. **Human Movement Science**, v. 21, n. 2, p. 213-230, 2002.

NOVACHECK, T. F.; TROST, J. P.; SOHRWEIDE, S. Examination of the Child with cerebral palsy. **Orthop Clin North Am.**, v. 41, n. 4, p. 469-88, 2010.

ODDING, E.; ROEBROECK, M. E.; STAM, H. J. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. **Disabil Rehabil.**, v. 28, n. 4, p. 183-91, 2006.

O'SHEA, T.; MICHAEL, M.D., Diagnosis, Treatment, and Prevention of Cerebral Palsy in Near-Term/Term Infants. **Ginecologia e Obstetrícia clínica**, v. 51, n. 4, p. 816-828, 2008.

PAPAVASILIOU, A. S. Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician. **Eur J Paediatr Neurol.**, Atenas, v. 13, n. 5, p. 387-396, 2009.

PALISANO, R.; et al., Can Child Centre for Childhood Disability Research, McMaster University. **Dev Med Child Neurol.**, v. 39, p. 214-223, 1997.

PRESTON, C.; EHRSSON, H. Henrik. Illusory changes in body size modulate body satisfaction in a way that is related to non-clinical eating disorder psychopathology. **PloS one.** v. 9, n. 1, p. 85773, 2014.

POURAZAR, M. et al. Use of virtual reality intervention to improve reaction time in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 21, 2017.

QUADRADO, V. H., et al., Motor learning from virtual reality to natural environments in individuals with Duchenne muscular dystrophy. **Disability And Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 11, 2017.

RIENER, R. et al. Virtual reality aided training of combined arm and leg movements of children with CP. **Studies in health technology and informatics**, v. 184, p. 349-355, 2013.

ROBERT, M. T.; LEVINM, F. Validation of reaching in a virtual environment in typically developing children and children with mild unilateral cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, Montreal, v. 60, n. 4, p. 382-390, 2018.

ROSENBAUM, P. Cerebral palsy: is the concept still viable? **Developmental medicine & child neurology**, editorial, p. 564, 2017.

SANTIS, M. et al. Prenatal drug exposure and teratological risk: one-year experience of an Italian Teratology Information Service. **Med SCI Monit.**, Roma, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2008.

SANTOS, S.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. M. Variabilidade de performance numa tarefa de “*timing*” antecipatório em indivíduos de diferentes faixas etárias. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 17, p. 154-62, 2003.

SANDBLUND, M., Training of goal directed arm movements with motion interactive video games in children with cerebral palsy – A kinematic evaluation. **Dev Neurorehabil.** v. 17, n. 5, p. 318–326, 2014.

SILVA-FILHO, E., et al. Neuromodulation treats Chikungunya arthralgia: a randomized controlled trial. **Sci Rep.** v.8, n.1, p.16010, 2018.

SGANDURRA, G., et al. Upper limb children action observation training (UP-CAT): A randomised controlled trial in hemiplegic cerebral palsy. **BMC Neurology**, v. 11, p. 80, 2011.

SHEVELL, M. I.; DAGENAIS, L.; HALL, N. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. **Neurology**, v. 72, p. 2090-6, 2009.

- SHIN, J. W.; SONG, G.; HWANGBO, G. Effects of conventional neurological treatment and a virtual reality training program on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 27, p. 2151–2154, 2015.
- SHIH, C. H.; CHANG, M. L.; SHIH, C. T. A new limb movement detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb swing with a gyration air mouse. **Research in Developmental Disabilities**, v. 31, p. 875-880, 2010.
- SHUMWAY, A.; WOOLLACOTT, M. **Motor Control: Theory and Practical Applications**, Lippincott Williams & Wilkins, 3 ed. Baltimore, 2007.
- SNIDER, L.; MAJNEMER A.; DARSAKLIS, V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 13, n. 2, p.120–128, 2010.
- SOUZA, G. M.; ALMEIDA, F. S. Queixa de dor músculo-esquelética das atletas de 6 a 20 anos praticantes de ginástica artística feminina. **Arquivos Médicos do ABC**, v. 31, n. 2, p. 67-72, 2006.
- STEENBERGEN, B.; GORDON, A. M. Activity limitation in hemiplegic cerebral palsy: evidence for disorders in motor planning. **Developmental medicine and Child neurology**, v. 48, p. 80–783, 2006.
- TATLA, S. K., et al. Evidence for outcomes of motivational rehabilitation interventions for children and adolescents with cerebral palsy: An American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 55, n. 7, p. 593–601, 2013.
- TACHIHARA, S. et al. Characterization of engagement changes during VR based rehabilitation: A preliminary study. In: ITE Technical Report 40.11. **The Institute of Image Information and Television Engineers**, p. 183-186, 2016.
- TSAI, P. Y., et al., Functional investigation in children with spina bifida - measured by the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). **Child's nervous system**, v. 18, p. 48-53, 2002.
- VISSERS, M., et al., Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 40, n. 6, p. 461-467, 2008.
- VUKOJEVIĆ, M.; SOLDÓ I.; GRANIĆ, D. Risk factors associated with cerebral palsy in newborns. **Coll Antropol.**, v. 33, n. 2, p. 199-201, 2009.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, v.85, n.9, p.660-7, 2007.
- WEIGHTMAN, A., et al., Home-based computer-assisted upper limb exercise for young children with cerebral palsy : a feasibility study investigating impact on motor control and functional outcome. **J Rehabil Med.**, v. 43, n. 4, p. 359–363, 2011.

WEISS, P. L. et al. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **Biomed Central**, v.1, n.1, p. 12, 2004.

WIMALASUNDERA, N.; STEVENSON, V. L. Paralisia cerebral. **Practical Neurology**, Londres, v. 16, n. 3, p. 184-194, 2016.

YOU, S. H., et al., Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. **Develop Med Child Neurol.**, n. 47, v. 9, p. 628–635, 2005.



## ANEXOS

### ANEXO A - MACS

#### Informações aos usuários

O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS) descreve como as crianças com paralisia cerebral (PC) usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. O MACS descreve cinco níveis. Os níveis são baseados na habilidade da criança em iniciar sozinha a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar atividades manuais na vida diária. O folheto do MACS também descreve as diferenças entre os níveis adjacentes para tornar mais fácil a determinação de qual nível corresponde melhor à habilidade das crianças na manipulação de objetos.

Os objetos referidos são aqueles relevantes e apropriados à idade da criança, usados em tarefas como comer, vestir-se, brincar, desenhar ou escrever. Trata-se de objetos que estão dentro do espaço pessoal das crianças, excluindo-se aqueles que estão fora do seu alcance. Objetos usados em atividades avançadas que requerem habilidades especiais como tocar um instrumento não estão incluídas nestas considerações.

Quando atribuir o nível da criança no MACS, escolha o nível que melhor descreve o desempenho global típico em casa, na escola ou na comunidade. A motivação e a habilidade cognitiva da criança também afetam a capacidade de manipular objetos e, conseqüentemente, influenciam o nível do MACS. Para obter informações acerca de como a criança manipula vários objetos no dia-a-dia é necessário perguntar a alguém que conhece bem a criança. O MACS visa classificar o que as crianças rotineiramente fazem e não seu melhor desempenho em uma situação específica de teste.

O MACS é uma descrição funcional que pode ser usada como complemento do diagnóstico de paralisia cerebral e seus subtipos. O MACS avalia a habilidade global da criança na manipulação dos objetos no dia-a-dia, não a função de cada mão separadamente. O MACS não considera as diferenças de função entre as mãos, em vez disso aborda o modo como as crianças manipulam objetos apropriados à idade. O MACS não pretende explicar as razões para os déficits na habilidade manual.

O MACS pode ser usado para crianças e adolescentes na faixa etária entre 4 e 18 anos, entretanto alguns conceitos devem ser estabelecidos em relação à idade da criança. Naturalmente há diferenças entre os objetos que uma criança de 4 anos é capaz de manipular e aqueles que um adolescente manipula. O mesmo se aplica em relação à independência - uma criança mais nova precisa de maior ajuda e supervisão que uma criança mais velha.

O MACS abrange todo o espectro de limitações funcionais entre crianças com paralisia cerebral e seus subtipos. Alguns subtipos podem ser encontrados em todos os níveis do MACS, como a paralisia cerebral bilateral, enquanto outros são encontrados em poucos níveis, como na paralisia cerebral unilateral. O nível I inclui crianças com pequenas limitações, enquanto limitações funcionais graves são em geral encontradas nos níveis IV e V. Se crianças com desenvolvimento normal fossem classificadas de acordo com o MACS, seria necessário um nível "0".

Contudo, cada nível inclui crianças com funções relativamente variadas. É improvável que o MACS seja sensível a mudanças após uma intervenção; há toda a probabilidade de que os níveis do MACS sejam estáveis ao longo do tempo.

Os cinco níveis do MACS constituem uma escala ordinal, que significa que os itens são "ordenados", mas as diferenças entre os níveis não são necessariamente iguais, nem as crianças com paralisia cerebral são igualmente distribuídas nos cinco níveis.



Tradutores: Ms. Daniela Baleroni Rodrigues Silva, Profa. Dra. Luzia Iara Pfeifer e Profa. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Funayama. Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

E-mail: ann-christin.ellasson@ki.se; [www.macs.ru](http://www.macs.ru)

Eliasson AC, Krumlinde Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Amer M, Ohnvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2006 48:549-554

2005, updated 2010



#### Manual Ability Classification System Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos

MACS classifica como as crianças com paralisia cerebral usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias.

- MACS descreve como crianças usam habitualmente suas mãos para manipular objetos em casa, escola e ambientes comunitários (o que a criança faz), ao invés do que é conhecido por ser a sua melhor capacidade.
- Para obter informação sobre a maneira como a criança manipula vários objetos no seu cotidiano, é necessário questionar alguém que conhece bem a criança, ao invés de realizar um teste específico.
- Os objetos que a criança manipula devem ser adequados à sua idade.
- O MACS classifica a habilidade global da criança para manipular objetos e não cada mão separadamente.



#### 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 B - GMFCS



CanChild Centre for Childhood Disability Research  
 Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,  
 1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7  
 Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-522-6095  
 E-mail: canchild@mcmaster.ca Website: www.canchild.ca

## GMFCS – E & R

### Sistema de Classificação da Função Motora Grossa Ampliado e Revisto

GMFCS - E & R © 2007 *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University  
 Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston

GMFCS © 1997 *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University  
 Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi  
 (Reference: Dev Med Child Neurol 1997;39:214-223)

GMFCS – E & R © Versão Brasileira

Traduzido por Daniela Baleroni Rodrigues Silva, Luzia Iara Pfeifer e Carolina Araújo Rodrigues Funayama (Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Ciências do Comportamento - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo)

#### INTRODUÇÃO E INSTRUÇÕES AO USUÁRIO

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) para paralisia cerebral é baseado no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. Ao definirmos um sistema de classificação em cinco níveis, nosso principal critério é que as distinções entre os níveis devam ser significativas na vida diária. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade (tais como andadores, muletas ou bengalas) ou mobilidade sobre rodas, e em menor grau, na qualidade do movimento. As distinções entre os Níveis I e II não são tão nítidas como a dos outros níveis, particularmente para crianças com menos de dois anos de idade.

O GMFCS ampliado (2007) inclui jovens entre 12 e 18 anos de idade e enfatiza os conceitos inerentes da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial da Saúde (CIF). Nós sugerimos que os usuários estejam atentos ao impacto que os fatores **ambientais** e **pessoais** possam ter sobre o que se observa sobre as crianças e jovens ou no que eles relatam fazer. O enfoque do GMFCS está em determinar qual nível melhor representa **as habilidades e limitações na função motora grossa que a criança ou o jovem apresentam**. A ênfase deve estar no desempenho habitual em casa, na escola e nos ambientes comunitários (ou seja, no que eles fazem), ao invés de ser no que se sabe que eles são capazes de fazer melhor (capacidade). Portanto, é importante classificar o desempenho atual da função motora grossa e não incluir julgamentos sobre a qualidade do movimento ou prognóstico de melhora.

O enfoque de cada nível é o método de mobilidade que é mais característico no desempenho após os 6 anos de idade. As descrições das habilidades e limitações funcionais para cada faixa etária são amplas e não se pretende descrever todos os aspectos da função da criança/jovem individualmente. Por exemplo, um bebê com hemiplegia que é incapaz de engatinhar sobre suas mãos e joelhos, mas que por outro lado se encaixa na descrição do Nível I (ou seja, é capaz de puxar-se para ficar em pé e andar), seria classificada no nível I. A escala é ordinal, sem intenção de que as distâncias entre os níveis sejam consideradas iguais entre os níveis ou que as crianças e jovens com paralisia cerebral sejam igualmente distribuídas nos cinco níveis. Um resumo das distinções entre cada par de níveis é fornecido para ajudar na determinação do nível que mais se assemelha à função motora

grossa atual da criança ou do jovem.

Nós reconhecemos que as manifestações da função motora grossa sejam dependentes da idade, especialmente durante a lactância e primeira infância. Para cada nível são fornecidas descrições separadas em diferentes faixas etárias. Deve-se considerar a idade corrigida de crianças com menos de 2 anos de idade se elas forem prematuras. As descrições para faixa etária de 6 a 12 anos e de 12 a 18 anos de idade refletem o possível impacto dos fatores ambientais (por exemplo, distâncias na escola e na comunidade) e fatores pessoais (por exemplo, necessidades energéticas e preferências sociais) nos métodos de mobilidade.

Um esforço foi feito para enfatizar as habilidades ao invés das limitações. Assim, como princípio geral, a função motora grossa das crianças e jovens que são capazes de realizar funções descritas em certo nível será provavelmente classificada neste nível de função ou em um nível acima; ao contrário, a função motora grossa de crianças e jovens que não conseguem realizar as funções de certo nível devem ser classificadas abaixo daquele nível de função.

### DEFINIÇÕES OPERACIONAIS

**Andador de apoio corporal** – um dispositivo de mobilidade que apóia a pelve e o tronco. A criança/jovem é fisicamente posicionada (o) no andador por outra pessoa.

**Dispositivo de mobilidade manual** – bengalas, muletas e andadores anteriores e posteriores que não apóiam o tronco durante a marcha.

**Assistência física** - Outra pessoa ajuda manualmente a criança/o jovem a se mover.

**Mobilidade motorizada** – A criança/o jovem controla ativamente o joystick ou o interruptor elétrico que permite uma mobilidade independente. A base de mobilidade pode ser uma cadeira de rodas, um scooter ou outro tipo de dispositivo de mobilidade motorizado.

**Cadeira de rodas manual de auto-propulsão**– a criança/o jovem utiliza os braços e as mãos ou os pés ativamente para impulsionar as rodas e se mover.

**Transportado** – Uma pessoa manualmente empurra o dispositivo de mobilidade (por exemplo, cadeira de rodas, carrinho de bebê ou de passeio) para mover a criança/ jovem de um lugar ao outro.

**Andar** – A menos que especificado de outra maneira, indica nenhuma ajuda física de outra pessoa, ou uso de qualquer dispositivo de mobilidade manual. Uma órtese (ou seja, uma braçadeira ou tala) pode ser usada.

**Mobilidade sobre rodas** – Refere-se a qualquer tipo de dispositivo com rodas que permite movimento (por exemplo, carrinho, cadeira de rodas manual ou motorizada).

### CARACTERÍSTICAS GERAIS PARA CADA NÍVEL

**NÍVEL I** – Anda sem limitações

**NÍVEL II** – Anda com limitações

**NÍVEL III** – Anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade

**NÍVEL IV** – Auto-mobilidade com limitações; pode utilizar mobilidade motorizada.

**NÍVEL V** – Transportado em uma cadeira de rodas manual.

## DISTINÇÕES ENTRE OS NÍVEIS

**Distinções entre os níveis I e II** – crianças e jovens do nível II, quando comparados às crianças e jovens do nível I, têm limitações para andar por longas distâncias e equilibrar-se; podem precisar de um dispositivo manual de mobilidade ao aprender a andar; podem utilizar um dispositivo com rodas quando caminham por longas distâncias em espaços externos e na comunidade; requerem o uso de corrimão para subir e descer escadas; e não são capazes de correr e pular.

**Distinções entre os níveis II e III** – As crianças e os jovens no nível II são capazes de andar sem um dispositivo manual de mobilidade depois dos quatro anos de idade (embora possam optar por utilizá-lo às vezes). As crianças e os jovens do nível III precisam de um dispositivo manual de mobilidade para andar em espaços internos e o uso de mobilidade sobre rodas fora de casa e na comunidade.

**Distinções entre os níveis III e IV** – as crianças e jovens que estão no nível III sentam-se sozinhos ou requerem no máximo um apoio externo limitado para sentar-se; eles são mais independentes nas transferências para a postura em pé e andam com um dispositivo manual de mobilidade. As crianças e jovens no nível IV sentam-se (geralmente apoiados), mas a autolocomoção é limitada. É mais provável que as crianças e jovens no Nível IV sejam transportadas em uma cadeira de rodas manual ou que utilizem a mobilidade motorizada.

**Distinções entre os Níveis IV e V** – As crianças e jovens no Nível V têm graves limitações no controle da cabeça e tronco e requerem tecnologia assistiva ampla e ajuda física. A autolocomoção é conseguida apenas se a criança/jovem pode aprender como operar uma cadeira de rodas motorizada.

### Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – Ampliado e Revisto (GMFCS – E & R)

#### ANTES DO ANIVERSÁRIO DE 2 ANOS

**NÍVEL I:** Bebês sentam-se no chão, mantêm-se sentados e deixam esta posição com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os bebês engatinham (sobre as mãos e joelhos), puxam-se para ficar em pé e dão passos segurando-se nos móveis. Os bebês andam entre 18 meses e 2 anos de idade sem a necessidade de aparelhos para auxiliar a locomoção.

**NÍVEL II:** Os bebês mantêm-se sentados no chão, mas podem necessitar de ambas as mãos como apoio para manter o equilíbrio. Os bebês rastejam em prono ou engatinham (sobre mãos e joelhos). Os bebês podem puxar-se para ficar em pé e dar passos segurando-se nos móveis.

**NÍVEL III:** Os bebês mantêm-se sentados no chão quando há apoio na parte inferior do tronco. Os bebês rolam e rastejam para frente em prono.

**NÍVEL IV:** Os bebês apresentam controle de cabeça, mas necessitam de apoio de tronco para sentarem-se no chão. Os bebês conseguem rolar para a posição supino e podem rolar para a posição prono.

**NÍVEL V:** As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento. Os bebês são incapazes de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco em prono e sentados. Os bebês necessitam da assistência do adulto para rolar..

#### ENTRE O SEGUNDO E O QUARTO ANIVERSÁRIO

**NÍVEL I:** As crianças sentam-se no chão com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e levantar-se do chão são realizadas sem assistência do adulto. As crianças andam como forma preferida de locomoção, sem a necessidade de qualquer aparelho auxiliar de locomoção.

**NÍVEL II:** As crianças sentam-se no chão, mas podem ter dificuldades de equilíbrio quando ambas as mãos estão livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e deixar a posição sentada são realizados sem assistência do adulto. As crianças puxam-se para ficar em pé em uma superfície estável. As crianças engatinham (sobre mãos e joelhos) com padrão alternado, andam de lado segurando-se nos móveis e andam usando aparelhos para auxiliar a locomoção como

forma preferida de locomoção.

**NÍVEL III:** As crianças mantêm-se sentadas no chão frequentemente na posição de W (sentar entre os quadris e os joelhos em flexão e rotação interna) e podem necessitar de assistência do adulto para assumir a posição sentada. As crianças rastejam em prono ou engatinham (sobre as mãos e joelhos), frequentemente sem movimentos alternados de perna, como métodos principais de auto-locomoção. As crianças podem puxar-se para levantar em uma superfície estável e andar de lado segurando-se nos móveis por distâncias curtas. As crianças podem andar distâncias curtas nos espaços internos utilizando um dispositivo manual de mobilidade (andador) e ajuda de um adulto para direcioná-la e girá-la.

**NÍVEL IV:** As crianças sentam-se no chão quando colocadas, mas são incapazes de manter alinhamento e equilíbrio sem o uso de suas mãos para apoio. As crianças frequentemente necessitam de equipamento de adaptação para sentar e ficar em pé. A auto-locomoção para curtas distâncias (dentro de uma sala) é alcançada por meio do rolar, rastejar em prono ou engatinhar sobre as mãos e joelhos sem movimento alternado de pernas.

**NÍVEL V:** As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a capacidade de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais do sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de equipamentos adaptativos e de tecnologia assistiva. No nível V, as crianças não têm meios para se mover independentemente e são transportadas. Somente algumas crianças conseguem a autolocomoção utilizando uma cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

## ENTRE O QUARTO E O SEXTO ANIVERSÁRIO

**NÍVEL I:** As crianças sentam-se na cadeira, mantêm-se sentadas e levantam-se dela sem a necessidade de apoio das mãos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé sem a necessidade de objetos de apoio. As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas. Iniciam habilidades de correr e pular.

**NÍVEL II:** As crianças sentam-se na cadeira com ambas as mãos livres para manipular objetos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé, mas geralmente requerem uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam sem a necessidade de um dispositivo manual de mobilidade em espaços internos e em curtas distâncias em espaços externos planos. As crianças sobem escadas segurando-se no corrimão, mas são incapazes de correr e pular.

**NÍVEL III:** As crianças sentam-se em cadeira comum, mas podem necessitar de apoio pélvico e de tronco para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira usando uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se para cima com seus braços. As crianças andam com um dispositivo manual de mobilidade em superfícies planas e sobem escadas com a assistência de um adulto. As crianças frequentemente são transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos em terrenos irregulares.

**NÍVEL IV:** As crianças sentam em uma cadeira, mas precisam de um assento adaptado para controle de tronco e para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira com a ajuda de um adulto ou de uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se com seus braços. As crianças podem, na melhor das hipóteses, andar por curtas distâncias com o andador e com supervisão do adulto, mas tem dificuldades em virar e manter o equilíbrio em superfícies irregulares. As crianças são transportadas na comunidade. As crianças podem adquirir autolocomoção utilizando uma cadeira de rodas motorizada.

**NÍVEL V:** As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a habilidade para manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de equipamento adaptativo e tecnologia assistiva. No nível V, as crianças não têm como se movimentar independentemente e são transportadas. Algumas crianças alcançam autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

## ENTRE O SEXTO E O DÉCIMO SEGUNDO ANIVERSÁRIO

**Nível I:** As crianças caminham em casa, na escola, em espaços externos e na comunidade. As crianças são capazes de subir e descer meio-fios e escadas sem assistência física ou sem o uso de corrimão. As crianças apresentam habilidades motoras grossas tais como correr e saltar, mas a velocidade, equilíbrio e a coordenação são limitados. As crianças podem participar de atividades físicas e esportes dependendo das escolhas pessoais e fatores ambientais.

**Nível II:** As crianças caminham na maioria dos ambientes. As crianças podem apresentar dificuldade em caminhar longas distâncias e de equilíbrio em terrenos irregulares, inclinações, áreas com muitas pessoas, espaços fechados ou quando carregam objetos. As crianças sobem e descem escadas segurando em corrimão ou com assistência física se não houver este tipo de apoio. Em espaços externos e na comunidade, as crianças podem andar com assistência física, um dispositivo manual de mobilidade, ou utilizar a mobilidade sobre rodas quando percorrem longas distâncias. As crianças têm, na melhor das hipóteses, apenas habilidade mínima para realizar as habilidades motoras grossas tais como correr e pular. As limitações no desempenho das habilidades motoras grossas podem necessitar de adaptações para permitirem a participação em atividades físicas e esportes.

**Nível III:** As crianças andam utilizando um dispositivo manual de mobilidade na maioria dos espaços internos. Quando sentadas, as crianças podem exigir um cinto de segurança para alinhamento pélvico e equilíbrio. As transferências de sentado para em pé e do chão para posição em pé requerem assistência física de uma pessoa ou uma superfície de apoio. Quando movem-se por longas distâncias, as crianças utilizam alguma forma de mobilidade sobre rodas. As crianças podem subir ou descer escadas segurando em um corrimão com supervisão ou assistência física. As limitações na marcha podem necessitar de adaptações para permitir a participação em atividades físicas e esportes, incluindo a auto-propulsão de uma cadeira de rodas manual ou mobilidade motorizada.

**Nível IV:** As crianças utilizam métodos de mobilidade que requerem assistência física ou mobilidade motorizada na maioria dos ambientes. As crianças requerem assento adaptado para o controle pélvico e do tronco e assistência física para a maioria das transferências. Em casa, as crianças movem-se no chão (rolar, arrastar ou engatinhar), andam curtas distâncias com assistência física ou utilizam mobilidade motorizada. Quando posicionadas, as crianças podem utilizar um andador de apoio corporal em casa ou na escola. Na escola, em espaços externos e na comunidade, as crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual ou utilizam mobilidade motorizada. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações que permitam a participação nas atividades físicas e esportes, incluindo a assistência física e/ou mobilidade motorizada.

**Nível V:** As crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. As crianças são limitadas em sua habilidade de manter as posturas anti-gravitacionais da cabeça e tronco e de controlar os movimentos dos braços e pernas. Tecnologia assistiva é utilizada para melhorar o alinhamento da cabeça, o sentar, o levantar e/ou a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. As transferências requerem assistência física total de um adulto. Em casa, as crianças podem se locomover por curtas distâncias no chão ou podem ser carregadas por um adulto. As crianças podem adquirir auto-mobilidade utilizando a mobilidade motorizada com adaptações extensas para sentar-se e controlar o trajeto. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e em esportes, inclusive a assistência física e uso de mobilidade motorizada.

## ENTRE O DÉCIMO SEGUNDO E DÉCIMO OITAVO ANIVERSÁRIO

**Nível I:** Os jovens andam em casa, na escola, em espaços externos e na comunidade. Os jovens são capazes de subir e descer meio-fios sem a assistência física e escadas sem o uso de corrimão. Os jovens desempenham habilidades motoras grossas tais como correr e pular, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são limitados. Os jovens podem participar de atividades físicas e esportes dependendo de escolhas pessoais e fatores ambientais.

**Nível II:** Os jovens andam na maioria dos ambientes. Os fatores ambientais (tais como terrenos irregulares, inclinações, longas distâncias, exigências de tempo, clima e aceitação pelos colegas) e preferências pessoais influenciam as escolhas de mobilidade. Na escola ou no trabalho, os jovens podem andar utilizando um dispositivo manual de mobilidade por segurança. Em espaços externos e na comunidade, os jovens podem utilizar a mobilidade sobre rodas quando percorrem longas distâncias. Os jovens sobem e descem escadas segurando em um corrimão ou com assistência física se não houver corrimão. As limitações no desempenho de habilidades motoras grossas podem necessitar de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes.

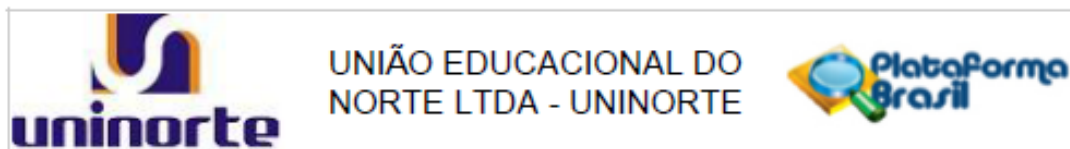
**Nível III:** Os jovens são capazes de caminhar utilizando um dispositivo manual de mobilidade. Os jovens no nível III demonstram mais variedade nos métodos de mobilidade dependendo da habilidade física e de fatores ambientais e pessoais, quando comparados a jovens de outros níveis. Quando estão sentados, os jovens podem precisar de um cinto de segurança para alinhamento pélvico e equilíbrio. As transferências de sentado para em pé e do chão para em pé requerem assistência física de uma pessoa ou de uma superfície de apoio. Na escola, os jovens podem auto-impulsionar uma cadeira de rodas manual ou utilizar a mobilidade motorizada. Em espaços externos e na comunidade, os jovens são transportados em uma cadeira de rodas ou utilizam mobilidade motorizada. Os jovens podem subir e descer escadas segurando em um corrimão com supervisão ou assistência física. As limitações na marcha podem necessitar de adaptações para permitir a participação em atividades físicas e esportes incluindo a auto-propulsão de uma cadeira de rodas manual ou mobilidade motorizada.

**Nível IV:** Os jovens usam a mobilidade sobre rodas na maioria dos ambientes. Os jovens necessitam de assento adaptado para o controle pélvico e do tronco. Assistência física de 1 ou 2 pessoas é necessária para as transferências.

Os jovens podem apoiar o peso com as pernas para ajudar nas transferências para ficar em pé. Em espaços internos, os jovens podem andar por curtas distâncias com assistência física, utilizam a mobilidade sobre rodas, ou, quando posicionados, utilizam um andador de apoio corporal. Os jovens são fisicamente capazes de operar uma cadeira de rodas motorizada. Quando o uso de uma cadeira de rodas motorizada não for possível ou não disponível, os jovens são transportados em uma cadeira de rodas manual. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes, inclusive a assistência física e/ou mobilidade motorizada.

**Nível V:** Os jovens são transportados em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. Os jovens são limitados em sua habilidade para manter as posturas antigravitacionais da cabeça e tronco e o controle dos movimentos dos braços e pernas. Tecnologia assistiva é utilizada para melhorar o alinhamento da cabeça, o sentar, o ficar de pé, e a mobilidade, mas as limitações não são totalmente compensadas pelo equipamento. Assistência física de 1 ou 2 pessoas ou uma elevação mecânica é necessária para as transferências. Os jovens podem conseguir a auto-mobilidade utilizando a mobilidade motorizada com adaptações extensas para sentar e para o controle do trajeto. As limitações na mobilidade necessitam de adaptações para permitir a participação nas atividades físicas e esportes incluindo a assistência física e o uso de mobilidade motorizada.

## ANEXO C – PB-PARECER-CONSUBSTANCIADO-CEP-1996775



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO MOTOR EM PESSOAS COM PARALISIA CEREBRAL (HEMIPARESIA ESPÁSTICA) POR MEIO DE TAREFA

**Pesquisador:** Fabiana Paula Almeida Martins

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 61384416.3.0000.8028

**Instituição Proponente:** Faculdade de Medicina do ABC

**Patrocinador Principal:** União Educacional do Norte Ltda  
Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.996.775

**Apresentação do Projeto:**

A presente pesquisa trata-se de um estudo transversal. Os indivíduos selecionados serão divididos de acordo com o hemisfério comprometido, formando um primeiro grupo categorizado por HD (Hemiparético Direito) e um segundo HE (Hemiparético Esquerdo), sendo que para a realização da atividade no grupo HD metade iniciará a tarefa com o lado afetado e a outra com o não afetado e o mesmo será reproduzido no grupo HE. Antes de realizar a tarefa de Timing coincidente, os indivíduos realizarão uma tarefa de tempo de reação (TR) simples, com 14 repetições em cada tarefa. Em seguida realizarão 20 tentativas da tarefa de Timing coincidente na fase de aquisição (velocidade de 0,5 segundos entre os acendimentos de cada esfera - nível 4), após 10 minutos sem contato com a tarefa os sujeitos realizarão mais 5 tentativas para a fase de retenção na mesma velocidade da fase de aquisição. Em seguida os sujeitos realizarão mais 5 tentativas para a fase de transferência com alteração na velocidade da tarefa (0,25 segundos entre os acendimentos de cada esfera - nível 5). Após o término da tarefa, o TR será novamente aplicado.

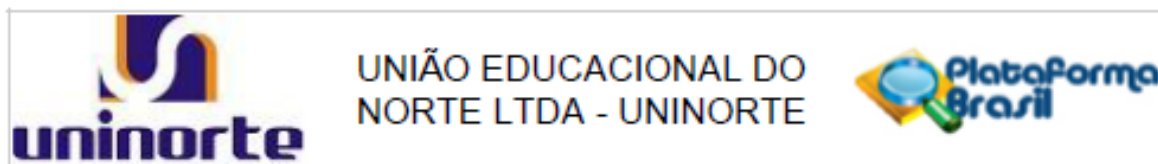
O projeto apresenta clareza na argumentação condizendo com o exigido pela plataforma.

**Objetivo da Pesquisa:**

Comparar a função motora do hemisfério comprometido e não comprometido por meio da

**Endereço:** BR 364, KM 02-Alameda Hungria, 200 - Jardim Europa I  
**Bairro:** JARDIM EUROPA **CEP:** 69.915-497  
**UF:** AC **Município:** RIO BRANCO  
**Telefone:** (68)3302-7022 **E-mail:** cep.uninorte@uninorteac.com.br





Continuação do Parecer: 1.996.775

realização de tarefas de realidade virtual.

O objetivo primário consistente e sem margem de interpretações divergentes.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

##### **Riscos:**

Os riscos decorrentes da pesquisa serão mínimos, uma vez que o método de coleta de dados se dará mediante realização de entrevistas, sendo que o risco está relacionado tanto ao desconforto e/ou constrangimento de participar da pesquisa, responder alguma das perguntas, como de expor dados pessoais, além do receio de que suas informações sejam divulgadas. No entanto, as pesquisadoras se comprometem a preservar a privacidade dos participantes da pesquisa, a manter o sigilo e a confidencialidade dos dados, bem como a utilizar as informações exclusivamente para a execução do projeto em questão e divulgar somente dados secundários após análise estatística, conforme declaram no Termo de Compromisso.

##### **Benefícios:**

A possibilidade de delimitar o grau de comprometimento motor de acordo com o hemisfério cerebral afetado, sendo possível detectar por meio da realidade virtual o quanto de prejuízo motor a pessoa com paralisia cerebral tem para assim nortear melhor os métodos de intervenção, bem como destacar o que alguns pesquisas ainda tentam comprovar que dependendo do hemisfério cerebral afetado o comprometimento motor pode ser ou não maior.

Os riscos e benefícios apresentados são condizentes com o tipo de abordagem e argumento apresentados no projeto de pesquisa, não requerendo recomendações complementares.

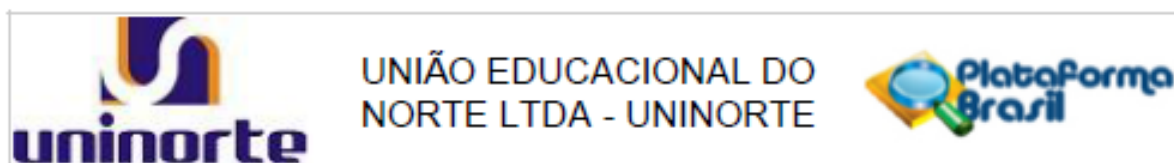
#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante no tocante às contribuições para a sociedade acadêmica com os resultados obtidos, uma vez que os mesmos indicarão caminhos novos para uma melhor percepção do problema aqui apresentado e daí, exigir nova abordagem de tratamento das pessoas com em reabilitação.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatórias cumprem o requerido por este CEP.

Endereço: BR 364, KM 02-Alameda Hungria, 200 - Jardim Europa I  
 Bairro: JARDIM EUROPA CEP: 69.915-497  
 UF: AC Município: RIO BRANCO  
 Telefone: (68)3302-7022 E-mail: cep.uninorte@uninorteac.com.br



Continuação do Parecer: 1.996.775

**Recomendações:**

Sem recomendações para este projeto.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A pesquisadora reviu o que foi sugerido pelo relator e atendeu as solicitações feitas pelo mesmo, estando o projeto pronto para início da pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O CEP informa que:

1 - Esta pesquisa não poderá ser descontinuada pelo pesquisador responsável, sem justificar previamente aceita pelo CEP, sob pena de ser considerada antiética, conforme estabelece a Resolução CNS nº 466/2012, X.3-4.

2 - Conforme item XI.1, do capítulo XI, da Resolução CNS nº 466/12, a responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais. Portanto, cabe ao pesquisador responsável:

- Desenvolver o projeto conforme delineado;
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- Apresentar os dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 05 anos após o término da pesquisa;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e
- Justificar fundamentalmente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do Projeto ou a não publicação dos resultados.

3 - Em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Resolução nº 466/2012: o Relatório Parcial deve ser apresentado após a coleta de dados, "demonstrando fatos relevantes e resultados parciais de seu desenvolvimento" item II.20 e o Resultado Final deverá ser apresentado "após encerramento da pesquisa, totalizando seus resultados", item II.19.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_790825.pdf	06/03/2017 19:08:49		Aceito

Endereço: BR 364, KM 02-Alameda Hungria, 200 - Jardim Europa I  
 Bairro: JARDIM EUROPA CEP: 69.915-497  
 UF: AC Município: RIO BRANCO  
 Telefone: (68)3302-7022 E-mail: cep.uninorte@uninorteac.com.br



UNIÃO EDUCACIONAL DO  
NORTE LTDA - UNINORTE



Continuação do Parecer: 1.996.775

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.docx	06/03/2017 19:06:28	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Consentimento_Livre_Esclarecido.pdf	06/03/2017 19:04:52	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO.pdf	26/10/2016 13:55:14	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Outros	Roteiro_sociodemografico_clinico.pdf	17/10/2016 20:31:59	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Folha de Rosto	folha_De_Rosto.pdf	17/10/2016 20:30:41	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_INICIACAO_PESQUISA.pdf	11/10/2016 19:52:56	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO_DO_PROJETO_AO_CEP.pdf	11/10/2016 19:51:09	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termos_de_Autorizacao_Institucional.pdf	11/10/2016 19:49:55	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO.pdf	11/10/2016 19:49:11	Fabiana Paula Almeida Martins	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO BRANCO, 03 de Abril de 2017

Assinado por:  
**Ariovaldo Manzati Junior**  
(Coordenador)

Endereço: BR 364, KM 02-Alameda Hungria, 200 - Jardim Europa I  
Bairro: JARDIM EUROPA CEP: 69.915-497  
UF: AC Município: RIO BRANCO  
Telefone: (68)3302-7022 E-mail: cep.uninorte@uninorteac.com.br

## ANEXO D – CURRÍCULO LATTES DA ORIENTADA

**Fabiana Paula Almeida Martins**

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1027865378824108>  
 Última atualização do currículo em 14/09/2017

Mestranda em Ciência da Saúde pela Faculdade de Medicina do ABC, Santo André-SP. Graduada em Fisioterapia pela UNIPAR Paranaíba-PR (2003). Especialista em Terapia Manual e Postural pela CESUMAR, Maringá-PR (2005). Docente na instituição UNINORTE/AC desde 2008, nas disciplinas de Saúde da Criança e Supervisora do Estágio de Saúde da Criança. **(Texto informado pelo autor)**

**Identificação**

<b>Nome</b>	Fabiana Paula Almeida Martins
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	MARTINS, F. P. A.

**Endereço**

<b>Endereço Profissional</b>	FACULDADE BARÃO DO RIO BRANCO - UNINORTE. BR 364 Km 02 - Alameda Hungria, 200 Jardim Europa 69911900 - Rio Branco, AC - Brasil Telefone: (44) 33027070
------------------------------	--

**Formação acadêmica/titulação**

<b>2016</b>	Mestrado em andamento em Ciências da Saúde (Conceito CAPES 3). Faculdade de Medicina do ABC, FMABC, Brasil. Título: ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO MOTOR EM PESSOAS COM PARALISIA CEREBRAL (HEMIPARESIA ESPÁSTICA) POR MEIO DE TAREFA VIRTUAL, Orientador:
	Coorientador: Luiz Carlos de Abreu. Palavras-chave: Paralisia Cerebral; Atividade Motora; Realidade virtual.
<b>2012</b>	Especialização em andamento em Fisioterapia Cardiorespiratória. (Carga Horária: 360h). FACULDADE BARÃO DO RIO BRANCO - UNINORTE, FAB, Brasil.
<b>2004 - 2006</b>	Especialização em Terapia Manual e Postural. (Carga Horária: 360h). Centro de Ensino Superior de Maringá, CESUMAR, Brasil. Título: Tratamento da Fibromialgia através de técnicas de terapia manual. Orientador: Maria Amélia.
<b>1999 - 2003</b>	Graduação em Fisioterapia. Universidade Paranaense, UNIPAR, Brasil. Título: Tratamento da Fibromialgia com uso de técnicas de terapia manual. Orientador: Maria Regina Paranhos de Mesquita.

**Formação Complementar**

<b>2014 - 2014</b>	Assistência Fisioterapêutica na UTI. (Carga horária: 4h). Sociedade Brasileira de Fisioterapia, SBF, Brasil.
<b>2014 - 2014</b>	Fisioterapia neuropediátrica com Suit. (Carga horária: 4h). Sociedade Brasileira de Fisioterapia, SBF, Brasil.
<b>2014 - 2014</b>	7º congresso internacional de Fisioterapia. (Carga horária: 40h). Sociedade Brasileira de Fisioterapia, SBF, Brasil.
<b>2011 - 2011</b>	Ergonomia Ocupacional. (Carga horária: 30h). Centro Integrado de Ensino - Colégio Técnico José Pardine, CIE, Brasil.
<b>2011 - 2011</b>	Assistência Técnica em perícia Judicial. (Carga horária: 30h). Centro Integrado de Ensino - Colégio Técnico José Pardine, CIE, Brasil.
<b>2011 - 2011</b>	Qualidade de Vida no Trabalhador. (Carga horária: 20h). Secretaria Estadual de Educação, SEE, Brasil.
<b>2009 - 2010</b>	Inglês - instrumental. (Carga horária: 80h). WIZARD - Língua Inglesa e espanhol, WIZARD, Brasil.

## ANEXO E – CURRÍCULO LATTES DO COORIENTADOR

**Luiz Carlos de Abreu**

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6796970691432850>  
 Última atualização do currículo em 23/06/2018

Professor de Metodologia da Pesquisa e Escrita Científica, Pesquisador 1B do CNPq ([luiz.abreu@pesquisador.cnpq.br](mailto:luiz.abreu@pesquisador.cnpq.br)) e Orientador de Programas de Pós-graduação recomendado pela Capes em Ciências da Saúde, Políticas Públicas e Saúde Coletiva. Visiting Scientist Department of Environmental Health, Harvard T.H. Chan School of Public Health (<https://www.hsph.harvard.edu/faculty/>). Coordenador do Projeto Saúde na Amazônia Ocidental, para formação de Professores e Cientistas (Convênio Acre / FMABC 007/2015). Chefe do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC (Santo André, SP, Brasil). **(Texto informado pelo autor)**

## Identificação

<b>Nome</b>	Luiz Carlos de Abreu
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	Abreu LC;Abreu, LC;ABREU, Luiz Carlos de;de Abreu, Luiz Carlos;de Abreu, L. C.;de Abreu, Luiz;Carlos de Abreu, Luiz;Luiz C de Abreu;DEABREU, LUIZ CARLOS;ABREU, LUIZ CARLOS;Luiz Carlos de Abreu;ABREU, LUIZ C;DE ABREU, LUIZCARLOS;ABREU, LUIZ CARLOSDE;de Abreu L.C.;DE ABREU, L.C.;DE ABREU, LUIZ C;DE ABREU, LUIZ C.;ABREU, LUIZ CARDOS DE;ABREU, LUIZ C.;ABREU, L. C.;ABREU, LUIZ

## Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Faculdade de Medicina do ABC, Faculdade de Medicina do ABC. Avenida Príncipe de Gales, 821 Príncipe de Gales 09060870 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 49937256 Fax: (11) 49937256 URL da Homepage: <a href="http://www.fmabc.br">www.fmabc.br</a>
------------------------------	---

## Formação acadêmica/titulação

<b>1999 - 2003</b>	Doutorado em Ciências. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Impacto da fisioterapia neonatal em recém-nascidos pré-termo com doença pulmonar das membranas hialinas em ventilação pulmonar mecânica e pós-reposição de surfactante exógeno, Ano de obtenção: 2003. Orientador:  Paulo Hilário Nascimento Saldiva. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.
<b>2001 - 2001</b>	Doutorado em Ciências. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. com <b>período sanduíche</b> em Harvard School of Public Health (Orientador: John Godleski). Título: Impacto da fisioterapia neonatal em recém-nascidos pré-termo com doença pulmonar das membranas hialinas em ventilação pulmonar mecânica e pós-reposição de surfactante exógeno, Ano de obtenção: 2003. Orientador:  Paulo Hilário Nascimento Saldiva.
<b>1996 - 1998</b>	Mestrado em Reabilitação. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Efeitos terapêuticos da fisioterapia pulmonar e motora em recém-nascidos pré-termo com hemorragia periventricular-intraventricular, Ano de Obtenção: 1998. Orientador:  Benjamin Israel Kopelman. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil. Palavras-chave: Recém-nascido, hemorragia, fisioterapia, ultrassom. Grande área: Ciências da Saúde Setores de atividade: Cuidado À Saúde das Populações Humanas.
<b>2005 - 2007</b>	Mestrado profissional em Terapia Intensiva. Instituto Brasileiro de Terapia Intensiva, IBRATI, Brasil. Título: Avaliação dos parâmetros da ventilação mecânica em recém-nascidos pré-termo criticamente enfermos após a reposição do surfactante exógeno por via respiratória, Ano

## ANEXO F – CURRÍCULO LATTES DO ORIENTADOR



## Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7155249367394645>  
Última atualização do currículo em 28/08/2018

Graduação em Fisioterapia (1993) e Educação Física (1987), Mestre em Distúrbios do Desenvolvimento pela Universidade Presbiteriana Makenzie (2001), Doutor em Ciências na área de Neurologia pela Universidade de São Paulo (2007), Pós-doutorado pelo departamento de Saúde Materno-Infantil da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (2012-2014) com estágio na Vrije University (Holanda-2013) e visita ao Neuromodulation Center at Spaulding Rehabilitation Hospital, Harvard Medical School (2014). Livre docente pela Universidade de São Paulo (EACH/USP-2016) e atualmente professor do curso de Educação Física e Saúde da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). Atua principalmente nos seguintes temas: deficiência física, habilidades funcionais, mobilidade, função motora grossa, independência física, CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde) e principalmente desenvolvimento e aplicação de tarefas computacionais e realidade virtual na reabilitação. **(Texto informado pelo autor)**

### Identificação

<b>Nome</b>	Carlos Bandeira de Mello Monteiro
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	MONTEIRO, Carlos Bandeira de Mello;Monteiro, Carlos B. DE MELLO;de Mello Monteiro, Carlos B.;de Mello Monteiro, Carlos B.;Monteiro, Carlos B.;Monteiro, Carlos Bandeira;DE MELLO MONTEIRO, CARLOS BANDEIRA;MONTEIRO, CARLOS BM;MONTEIRO, CARLOS B. M.;carlos de mello monteiro;DE MELLO MONTEIRO, CARLOS;MONTEIRO, CARLOS B. M.;BANDEIRA DE MELLO MONTEIRO, CARLOS;Monteiro Bandeira de Mello, Carlos;MONTEIRO, CARLOS B.M.;Monteiro, CBM

### Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Rua Arlindo Bétio, 1000 Ermelino Matarazzo 03828000 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30911880 URL da Homepage: <a href="http://www.usp.br">http://www.usp.br</a>
------------------------------	---

### Formação acadêmica/titulação

<b>2004 - 2007</b>	Doutorado em Neurologia. Faculdade de Medicina da Usp, FMUSP*, Brasil. Título: Habilidades funcionais e necessidade de assistência na síndrome de Rett, Ano de obtenção: 2007. Orientador: Fernando Kok. Palavras-chave: Habilidades funcionais; independência física; mobilidade; Síndrome de Rett.
<b>1999 - 2001</b>	Mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento. Universidade Presbiteriana Makenzie, MACKENZIE*, Brasil. Título: Paralisia Cerebral: Identificação do modelo de controle motor de seis abordagens de tratamento, Ano de Obtenção: 2001. Orientador: Nelson Francisco Annunziato.
<b>1992 - 1993</b>	Especialização em Ciências Biológicas e Saúde. Universidade do Grande Abc, UNIABC, Brasil.
<b>1988 - 1988</b>	Aperfeiçoamento em Aprimoramento em Cardiopatas. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Ano de finalização: 1988.
<b>1990 - 1993</b>	Graduação em Fisioterapia. Universidade do Grande Abc, UNIABC, Brasil.
<b>1985 - 1987</b>	Graduação em Educação Física. Faculdade do Clube Náutico Mogiano, FCNM, Brasil.