

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS**

CLÁUDIA MARIA MONTEIRO DE FREITAS TEIXEIRA

**INTENÇÃO MOTORA: UM ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE A REPRESENTAÇÃO
DO CORPO EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL DO TIPO HEMIPARÉTICO**

Belo Horizonte – MG
2015

CLÁUDIA MARIA MONTEIRO DE FREITAS TEIXEIRA

**INTENÇÃO MOTORA: UM ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE A REPRESENTAÇÃO
DO CORPO EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL DO TIPO HEMIPARÉTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo José de Moura

Belo Horizonte – MG

2015

Ficha Catalográfica

Teixeira, Cláudia Maria Monteiro de Freitas.

Intenção motora: um estudo experimental sobre a representação do corpo em crianças com paralisia cerebral do tipo hemiparético / Cláudia Maria Monteiro de Freitas Teixeira. 2015.

106 f.: il.

Orientador: Vitor Geraldi Haase.

Co-orientador: Ricardo José de Moura

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Neurociências.

1. Paralisia Cerebral Hemiparética. 2. *Developmental Disregard*. 3. Representação Corporal. 4. Controle Motor. I. Haase, Vitor Geraldi. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós Graduação em Neurociências. III. Título.

CDD:

Cláudia Maria Monteiro de Freitas Teixeira

Intenção Motora: um estudo experimental sobre a representação do corpo em crianças com paralisia cerebral do tipo hemiparético

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Neurociências.

Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase (Orientador)

Prof. Dr. Ricardo José de Moura (Co-orientador)

Prof. Dr. Thiago Gomes de Castro

Profa. Dra. Marina de Brito Brandão

Prof. Dr. Guilherme Menezes Lage

Prof. Dr. Antônio Jaeger

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas constantes descobertas internas que me proporcionou durante este processo. Ao meu marido, Luiz Eduardo, e a minha filha Letícia, pela compreensão em relação as minhas ausências e por todo apoio. A minha mãe e irmãs por todo incentivo e por sempre estarem dispostas a me escutar. A Márcia Vallone por ser a minha fonte inspiradora, exemplo de conduta, ética e docência. Ao meu orientador Vitor por toda paciência, pela confiança, por ter acreditado em mim e pelo constante aprendizado. Ao Ricardo, por todo apoio e disponibilidade.

Agradeço a todo Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento, em especial ao grupo de Paralisia Cerebral. Agradeço a amizade da Patrícia Lemos, construída nesse processo.

Agradeço a todos da AMR, às crianças que fizeram parte desse projeto e à Marina Brandão por sempre me incentivar e me ensinar a amar a pesquisa.

RESUMO

No paradigma da ilusão da mão de borracha, a propriedade desse membro pode ser transferida para mão de borracha após a estimulação visual, tátil e proprioceptiva, de forma sincrônica. No estudo 01 os efeitos da mão de borracha foram investigados em crianças com desenvolvimento típico e crianças com paralisia cerebral hemiparética. Dessa forma, esse paradigma contribuiu para investigar a representação do corpo, uma vez que, para que a ilusão ocorra, a descrição estrutural do corpo deve se sobrepor ao esquema corporal. No estudo 2, foi verificado a percepção do movimento da criança a partir de situações que provoquem a ilusão da mão de borracha. Investigamos, dessa forma, a intenção do movimento e a percepção do *feedback* sensorial. Para investigar a presença do efeito da mão de borracha nas crianças com desenvolvimento típico e nas crianças com hemiplegia, foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas, incluindo os fatores hemiplegia (hemiplégico direito, hemiplégico esquerdo e crianças com desenvolvimento típico) e condições (sincrônico e assincrônico). Em todos os modelos testados a idade da criança foi incluída como covariável. Análises *post-hoc* foram feitas através de ANOVA com correção para comparações múltiplas ou testes *t*. As crianças com desenvolvimento típico apresentaram os efeitos da ilusão da mão de borracha e a integridade da representação estrutural enquanto as crianças com paralisia cerebral apresentaram fracos efeitos da ilusão da mão de borracha e, portanto, déficit na representação do corpo. O grupo de crianças com paralisia cerebral esquerda obteve um melhor desempenho, se comparando às crianças com paralisia cerebral direita. Em relação ao estudo 2 tanto as crianças com desenvolvimento típico, quanto as crianças com paralisia cerebral conseguiram apresentar a percepção do feedback sensorial na realização da movimentação do membro superior.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral Hemiparética. *Developmental Disregard*. Representação Corporal. Controle Motor.

ABSTRACT

In the paradigm of rubber hand illusion of ownership of that member can be transferred to a rubber hand after visual stimulation, tactile and proprioceptive synchronously. In experiment 1 was investigated the presence of the effects of the illusion of rubber hand in typically developing children and children with hemiparetic cerebral palsy. Thus, the contribution of the paradigm rubber hand illusion was found to investigate the representation of the body, since the illusion to occur description of the structural body must overlap the body image. In experiment 2 was verified the perception of the child's movement from situations that cause the illusion of rubber hand. Investigated thus the intention of the motion and the perception of sensory feedback. To investigate the presence of the effect of the rubber hand in typically developing children and children with hemiplegia, a repeated measures ANOVA was performed including the factors hemiplegia (hemiplegic right, left hemiplegic and typically developing children) and conditions (synchronous and asynchronous). In all models the child's age was included as a covariate. Post-hoc analyzes were made by ANOVA with correction for multiple comparisons or t tests. The typically developing children showed the effects of the rubber hand illusion and the integrity of the structural representation and children with cerebral palsy showed weak effects of the rubber hand illusion and therefore structural deficit in the body description. The group of children with left cerebral palsy got a better performance when compared to children with cerebral palsy right. Regarding the experiment 2 both typically developing children, as children with cerebral palsy were able to produce the perception of sensory feedback in the realization of the upper limb movement.

Key-words: Cerebral Palsy hemiparetic. Developmental Disregard. Body Representation. Motor Control.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Modelo neuroanatômico para o processamento da representação corporal..... | 28 |
| FIGURA 2 – Representação da Rubber Hand Illusion..... | 29 |
| FIGURA 3 – Modelo neurocognitivo da propriedade do corpo durante a ilusão da mão de borracha..... | 31 |
| Estudos Empícos | |
| FIGURA 1 – Mão de borracha ao lado da mão de uma criança de 12 anos | 48 |
| FIGURA 2– Prótese da mão de borracha direita e esquerda | 49 |
| Estudo 1 | |
| FIGURA 1 – Representação da Rubber Hand Illusion..... | 52 |
| FIGURA 2 – <i>Setting</i> do experimento 1..... | 55 |
| FIGURA 3 – <i>Setting</i> do experimento 1 (vista superior) | 56 |
| FIGURA 4 – Experimento 1. Mão esquerda da criança escondida na caixa | 58 |
| FIGURA 5 – Experimento 1 com estímulo dos pincéis no dedo indicador da mão escondida e no dedo indicador da MB | 58 |
| FIGURA 6 – Distância média de acordo com grupo e tipo de estimulação | 62 |
| FIGURA 7 – Respostas das declarações 3 e 9 nos estímulos sincrônico e assíncrono | 63 |
| Estudo 2 | |
| FIGURA 1 – Representação Motora..... | 76 |
| FIGURA 2 – <i>Setting</i> do experimento 2..... | 79 |
| FIGURA 3 – Layout do experimento 2..... | 81 |
| FIGURA 4 – Experimento 2 | 81 |
| FIGURA 5 – Respostas às condições motoras..... | 82 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| TABELA 1 – Caracterização da amostra..... | 59 |
| TABELA 2 – Caracterização neuropsicológica da amostra | 60 |
| TABELA 3 – Distância MR-MB nas condições síncrona e assíncrona | 61 |
| Estudo 2 | |
| TABELA 1 – Ensaio realizado no experimento 2 | 82 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--|
| ADM | Amplitude de movimento |
| AMR | Associação mineira de reabilitação |
| APAE | Associação de Pais e Amigos Excepcionais |
| AVE | Acidente vascular encefálico |
| CCEB | Critério de classificação econômica Brasil |
| CIMT | Constraint Induced Movement Therapy |
| DD | Developmental disregard |
| EBA | Extrastriate body área |
| EMT | Estimulação Magnética Transcraniana |
| fRM | Ressonância magnética funcional |
| MB | Mão de borracha |
| MEEM | Mini Exame do Estado mental |
| PC | Paralisia cerebral |
| PCH | Paralisia cerebral hemiparética |
| SNC | Sistema Nervoso Central |
| SNAP | Questionário de Swanson, Nolan e Pelham |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 11 |
| 2 INTRODUÇÃO | 12 |
| 3 OBJETIVOS | 19 |
| 3.1 Objetivo geral..... | 19 |
| 3.2 Objetivos específicos | 19 |
| 3.2.1 <i>Objetivo específico 1: ilusão da mão de borracha</i> | 19 |
| 3.2.2 <i>Objetivo específico 2: percepção do movimento</i> | 20 |
| 4 ARTIGO DE REVISÃO | 21 |
| 4.1 Fenomenologia clínica do desuso em crianças com PCH..... | 21 |
| 4.2 Representações do corpo | 25 |
| 4.3 Ilusão da MB e representação do corpo | 29 |
| 4.4 Ilusão da mão de borracha, representação do corpo e desuso na hemiplegia congênita | 33 |
| 4.5 Considerações finais | 34 |
| REFERÊNCIAS | 36 |
| 5 ESTUDOS EMPÍRICOS | 43 |
| 5.1 Métodos..... | 43 |
| 5.1.1 <i>Participantes</i> | 43 |
| 5.2 Aspectos éticos..... | 44 |
| 5.3 Instrumentos..... | 45 |
| 5.3.1 <i>Características sociodemográficas</i> | 45 |
| 5.3.2 <i>Funcionamento cognitivo e psiquiátrico</i> | 45 |
| 5.3.3 <i>Percepção espacial</i> | 46 |
| 6 MATERIAIS | 48 |
| 7 ESTUDO I: OS EFEITOS DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA EM CRIANÇAS COM DESENVOLVIMENTO TÍPICO E CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA | 50 |
| 7.1 Introdução | 50 |
| 7.2 Métodos..... | 53 |
| 7.2.1 <i>Instrumentos</i> | 53 |
| 7.3 <i>Setting</i> experimental | 54 |
| 7.3.1 <i>Experimento ilusão clássica da MB</i> | 54 |
| 7.4 Estudo piloto..... | 56 |
| 7.5 Experimento da ilusão clássica da MB | 57 |
| 7.6 Análises estatísticas..... | 58 |
| 7.7 Resultados..... | 59 |
| 7.7.1 <i>Caracterização sociodemográfica e neuropsicológica da amostra</i> | 59 |
| 7.7.2 <i>A ilusão clássica da MB</i> | 60 |
| 7.7.3 <i>Distância entre MR-MB</i> | 61 |
| 7.7.4 <i>Avaliação do questionário</i> | 63 |
| 7.8 Discussão..... | 64 |

| | |
|--|-----|
| <i>7.8.1 Ilusão da mão de borracha no desenvolvimento típico</i> | 65 |
| <i>7.8.2 Ilusão da mão de borracha e PCH</i> | 66 |
| <i>7.8.3 Diferença entre o grupo PCH direito e esquerdo</i> | 68 |
| <i>7.8.4 Implicações práticas</i> | 69 |
| REFERÊNCIAS | 70 |
| 8 ESTUDO 2: A PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA, ATRAVÉS DO EXPERIMENTO DA MÃO DE BORRACHA | |
| 8.1 Introdução | 74 |
| 8.2 Métodos | 78 |
| 8.3 Setting experimental | 78 |
| <i>8.3.1 Experimento – percepção do movimento</i> | 78 |
| 8.4 Estudo piloto | 79 |
| 8.5 Experimento: percepção do movimento | 79 |
| 8.6 Resultados | 82 |
| 8.7 Discussão | 83 |
| 9 DISCUSSÃO GERAL | 85 |
| REFERÊNCIAS | 87 |
| ANEXOS | 91 |
| ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | 91 |
| ANEXO B – Termo de Assentimento | 94 |
| ANEXO C – Critério de Classificação Econômica Brasil | 97 |
| ANEXO D – SNAP | 98 |
| ANEXO E – Mini Exame Mental adaptado | 100 |
| ANEXO F – O Teste de Cancelamento de Estrelas | 101 |
| ANEXO G – Questionário de Distorção Proprioceptiva (Botwinick e Cohen, 1998) | 102 |
| ANEXO H – Medida Anteparo Experimento 1 | 103 |
| ANEXO I – Medida Anteparo Experimento 2 | 104 |
| ANEXO J – Questões do Experimento 2 | 105 |

1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente projeto constitui-se em uma dissertação de mestrado elaborada dentro do Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais. A dissertação tem como objetivo investigar a representação do corpo e a percepção de ação em crianças com Paralisia Cerebral Hemiparéticas, através do Paradigma da Ilusão da mão de Borracha.

Dessa forma, a presente dissertação é composta de um artigo teórico (ARTIGO DE REVISÃO) e dois artigos empíricos (ESTUDO I e ESTUDO II).

O ARTIGO DE REVISÃO consiste em uma revisão da literatura acerca das evidências sobre o fenômeno clínico da Paralisia Cerebral Hemiparética, as múltiplas e distintas representações do corpo e o Paradigma da Ilusão da Mão de Borracha. Foram abordados temas relacionados aos conceitos e hipóteses do *Developmental Disregard*, aos modelos neuropsicológico e neuroanatômico para a representação do corpo e à contribuição do paradigma da ilusão da mão de borracha para investigar a representação do corpo.

O ESTUDO I tem como objetivo investigar se as crianças com desenvolvimento típico e com paralisia cerebral hemiparética apresentam os efeitos da ilusão da mão de borracha. A finalidade do O ESTUDO II é investigar o planejamento motor e o *feedback* sensorial em condições que provocam a ilusão da mão de borracha, em crianças com hemiparesia congênita.

2 INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é definida atualmente como um conjunto de desordens que resultam da lesão do cérebro ainda imaturo e que acometem o movimento e a postura (BAX *et al.*, 2005; KRIGGER, 2006). Cerca de um terço das crianças com PC possuem comprometimentos motores unilaterais, o que caracteriza a paralisia cerebral hemiparética (PCH), que afeta, predominantemente, membros inferiores e superiores do mesmo lado do corpo. Crianças com PCH têm como característica principal um quadro de paresia unilateral espástica. Essas crianças apresentam um comprometimento no uso do membro parético, que é utilizado com menos frequência e menor habilidade em comparação ao outro membro. Como consequência, essas crianças frequentemente apresentam dificuldades em movimentos espontâneos e também em tarefas bimanuais (AARTS *et al.*, 2009), subutilizando seu membro parético e, portanto, limitando sua independência nas Atividades de Vida Diárias (AVD's) (HOUWINK *et al.*, 2011).

Além do comprometimento da motricidade, a concepção mais moderna da PC também engloba uma série de déficits sensoriais, que podem afetar desde o tato até a audição e a visão, problemas comportamentais, epilepsia e alguns déficits cognitivos (BAX *et al.*, 2005; MORRIS, 2007). Dentre esses, destacam-se percepção e linguagem (CARD; DODD, 2006; PIIRILA *et al.*, 2007), memória (HILMMELMANN *et al.*, 2006), processamento visoespacial (DELLATOLAS *et al.*, 2005; KOZIES *et al.*, 2007; SABBADINI *et al.*, 2001; WANN, 1991) e funções executivas (CHRIST *et al.*, 2003; WHITE; CHRIST, 2005; SCHATZ *et al.*, 2001). Esses comprometimentos não-motores refletem lesões associadas às áreas corticais adicionais, tanto primárias quanto secundárias, além das lesões em áreas envolvidas diretamente no controle motor (BAX *et al.*, 2005). Essa variedade de funções cognitivas que podem estar comprometidas faz com que as crianças com PC constituam um grupo clínico bastante heterogêneo.

Apesar da heterogeneidade de manifestações, uma observação clínica muito frequente em crianças com PCH é o descrédito dado à capacidade ainda preservada do membro afetado, levando este ao desuso (COUTINHO, 2012; HOUWINK *et al.*, 2011; HOARE *et al.* 2007). Atualmente os termos *Developmental Disregard* (DD), negligência, descuido, desconsideração, têm sido empregados com frequência e podem ser definidos como uma incapacidade para utilizar o membro parético para as funções motoras (AARTS *et al.*, 2009). A ocorrência de desuso do membro parético tem sido bastante investigada na literatura, e duas hipóteses foram formuladas para explicar essa observação. A primeira hipótese, para o

DD, tem uma forte inspiração no princípio de condicionamento operante da psicologia comportamental, e supõe que o desuso do membro afetado se deve à falta de reforço positivo após a tentativa de uso do mesmo em tarefas motoras (TAUB *et al.*, 2004). A dificuldade e falta de sucesso no uso do membro afetado contrasta com o sucesso e eficiência no uso do membro não afetado, levando assim a uma tendência em utilizar cada vez mais o membro não afetado, e cada vez menos o membro afetado (HOUWINK *et al.* 2011). A segunda hipótese, que pode ser denominada de hipótese do comprometimento representacional, postula que o desuso do membro afetado acontece em função de déficits nas representações corporais (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969). Essas pesquisas partem da observação clínica de crianças com PCH, nas quais se observa, frequentemente, déficits funcionais nos membros afetados que se assemelham a desordens, como a hêminegligência motora em adultos (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969; ZIELINSKI *et al.*, 2014). De acordo com a hipótese de comprometimento representacional central, a falta de uso do membro afetado pode ser causada por perturbações funcionais nos mecanismos representacionais corporais, que permitem a programação e execução de movimentos (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969).

Essas representações corporais envolvidas no movimento e na percepção do membro podem ser de três tipos: a imagem corporal, a descrição estrutural do corpo e o esquema corporal (SIRIGU *et al.*, 1996). A imagem corporal é uma representação semântica e lexical do corpo, incluindo os nomes, as funções e as relações entre as partes do corpo (SIRIGU *et al.*, 1996; SCHWOEBEL; COSLETT, 2005). A descrição estrutural do corpo é uma representação de natureza visual que participa de toda tarefa de reconhecimento visual do próprio corpo, de sua posição e de seus limites, assim como de toda e qualquer ação sobre ele (BUXBAUM; COSLETT, 2001). O esquema corporal é uma representação de natureza proprioceptiva, inconsciente, *online* e automática, que fornece as informações necessárias a cada instante para programar e executar os movimentos, conferindo uma sensação de integridade, persistência e posse do corpo (GRAHAM *et al.*, 2014). O fenômeno de desuso pode, em alguns casos, ser explicado por comprometimentos de mecanismos centrais de representação do corpo implementados por áreas corticais associativas, as quais podem ser comprometidas na PC. Esses comprometimentos de representação do corpo podem ocorrer concomitantemente às lesões que causam os déficits motores primários no tônus e força muscular, amplitude de movimento (ADM) e alterações musculoesqueléticas. As crianças com DD apresentam dificuldades no automatismo para execução dos movimentos (HOUWINK *et al.*, 2011) e o esquema corporal é particularmente relevante para a programação e execução das ações motoras. O planejamento e execução de movimentos

dependem de mecanismos complexos de regulação envolvendo formas sofisticadas de *feedforward* e *feedback*, as quais podem ser esclarecidas pela teoria dos mecanismos de *feedforward*. Essa teoria foi desenvolvida a partir do modelo do controle motor proposto por Wolpert *et al.* (1995): *Internal models for motor control*, cujas áreas corticais, tais como córtex parietal, córtex pré frontal e pré motor foram especificadas em colaboração com Frith (FRITH, 2005; FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000; HUNTER; DAVIES, 2003). O modelo *feedforward* define duas variedades de modelo interno: os preditores e os controladores. Sempre que um movimento é feito, um comando motor é gerado pelo sistema nervoso central (SNC) e um preditor estima as consequências sensoriais do comando motor. O controlador, por outro lado, captura a relação entre comando motor e o estado desejado necessário para alcançar esse estado. A função dos preditores e controladores exige que pelo menos três estados do sistema motor estejam representados: o estado atual do sistema, o estado desejado e o estado previsto (FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000). Cada vez que um comando para fazer um movimento é emitido, uma cópia do comando motor é produzida paralelamente. Com base na cópia eferente, o preditor estima a consequência sensorial do movimento e os controladores fornecem os comandos motores necessários para conseguir o resultado desejado (FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000; WOLPERT *et al.*, 2003; BLAKEMORE *et al.*, 1998).

O modelo de regulação do movimento proposto por Wolpert pressupõe a utilização *online* de uma série de informações proprioceptivas do esquema corporal, as quais são imprescindíveis para o planejamento, programação e execução da ação (BLAKEMORE *et al.*, 1998). A principal hipótese a ser investigada no presente estudo será a hipótese de que, além do fenômeno de desuso associado à falta de reforçamento da ação motora (ou seja, DD), os déficits observados nas crianças com hemiplegia congênita podem ser, ao menos, parcialmente explicados por comprometimentos de alguns aspectos dessa representação proprioceptiva central, o esquema corporal, que é fundamental para os mecanismos de regulação da ação.

A hipótese do déficit representacional é reforçada por estudos que mostram que na PCH não ocorrem comprometimentos exclusivos do sistema motor piramidal, que são responsáveis pelos sintomas definitórios da síndrome. Portanto, na hemiparesia congênita, as lesões não se restringem ao sistema motor piramidal, havendo frequentemente comprometimento simultâneo de outras estruturas subcorticais e corticais, primárias e secundárias, responsáveis por funções sensoriais, cognitivas e comportamentais (WINTERMAN, 2008; ROSENBAUM *et al.*, 2011). Em função disso, ao menos em algumas

crianças, pode haver comprometimento simultâneo de áreas corticais associativas responsáveis pela construção e funcionamento de uma representação proprioceptiva do corpo, o esquema corporal, a qual é fundamental para o planejamento, programação e execução das ações motoras.

Ainda que pesquisas anteriores tenham constatado a presença de déficits nos diferentes tipos de representação do corpo (FONTES; MOURA; HAASE, 2014), ainda não foram especificados os déficits representacionais presentes na PCH (esquema corporal, imagem corporal ou descrição visual estrutural) e a relevância dos mesmos para o fenômeno do desuso (HOUWINK, *et al.*, 2011; FRASSINETTI *et al.*, 2012; FONTES; MOURA; HAASE, 2014). Um dificultador para essas pesquisas é a presença, nas crianças com PCH, de déficits cognitivos associados. Ainda que a inteligência geral esteja dentro da faixa da normalidade, ela é geralmente mais baixa do que a inteligência de grupos de controles. Os déficits de representação do corpo poderiam então ser inespecíficos, associados a comprometimentos cognitivos mais gerais (MUTER; TAYLOR; VARGHA-KHADEM, 1997).

Uma estratégia interessante para a investigação experimental do papel de possíveis representações centrais do corpo no fenômeno de desuso observado em crianças com hemiplegia congênita é o uso do paradigma da ilusão da mão de borracha (MB). Nesse paradigma, um dos membros superiores do participante permanece oculto ao mesmo tempo em que ele tem acesso visual a uma prótese do membro superior (a mão de borracha) equivalente ao membro que foi oculto. Sob essas circunstâncias, a estimulação tátil simultânea da MB e do membro contralateral induz uma ilusão de que a mão correspondente à mão de borracha está sendo estimulada (BOTVINICK; COHEN, 1998).

A ocorrência da ilusão da MB pode ser interpretada como evidência de uma preponderância de uma forma de representação do corpo, a descrição estrutural do corpo, sobre outra, o esquema corporal (EHRSSON; SPENCE; PASSONGHAM, 2004). Ao observar a estimulação da MB simultaneamente à estimulação tátil do membro contralateral, o indivíduo desenvolve a ilusão de uma estimulação tátil no seu próprio membro, correspondente à MB (TSAKIRIS, 2010).

Dessa forma, foi verificada a ocorrência da ilusão da MB em crianças com desenvolvimento típico e crianças com PCH.

A parte empírica da dissertação é composta por dois estudos. O primeiro estudo procura responder a duas questões:

- 1) Se a ilusão da MB está presente em crianças com desenvolvimento típico e
- 2) Caso a ilusão da MB seja observada em crianças típicas, se ela também está presente em crianças com hemiparesia congênita.

Caso a ilusão da MB seja desencadeada normalmente em crianças com hemiparesia congênita, pode-se inferir uma integridade funcional dos dois tipos de representação corporal envolvidos no paradigma: a descrição estrutural visual do corpo e o esquema corporal. Por outro lado, uma atenuação ou ausência da ilusão da MB nas crianças com hemiplegia congênita pode ser interpretada como evidência de comprometimento de ao menos uma das formas de representação corporal recrutadas no experimento ou da interação entre os dois tipos de representação. Se houver um comprometimento da ilusão da MB em crianças com hemiparesia congênita, e se essa deficiência não puder ser atribuída ao efeito de outras variáveis, principalmente da inteligência geral, então podemos concluir que, além do DD, a hemiparesia congênita se caracteriza por déficits em representações centrais do corpo.

A atenuação ou ausência da ilusão da MB em crianças com PCH sugeriria presença de um déficit representacional do corpo, mas não ajudaria a discriminar o tipo de representação comprometido. O déficit poderia estar tanto na descrição estrutural do corpo, quanto na esquema corporal, ou em ambas. Se a descrição visual estrutural do corpo não for suficientemente desenvolvida, ela não poderá influenciar o esquema corporal. Mas o próprio esquema corporal poderia estar comprometido ou ser menos influenciável pela experiência sensorial visual.

Para aprofundar a investigação dos déficits representacionais eventualmente presentes em crianças com PCH, foi realizado um segundo estudo com a MB. Este estudo foi baseado em uma variante do experimento da MB que visa investigar os mecanismos implicados na anosognosia para a hemiplegia (FOTOPOULOU *et al.* 2008). A anosognosia para hemiplegia é relativamente comum após acidentes vasculares encefálicos em adultos, principalmente do hemisfério direito (BISIACH; GEMIRIANI, 1991; RUBENS; GARRETT, 1991; HEILMAN; BARRET; ADAIR, 1998). Esse quadro consiste em uma dificuldade em perceber que o membro está paralisado, levando os pacientes a negarem que tenham qualquer problema com a movimentação do membro afetado, podendo confabular que podem movimentá-lo ou então atribuir as dificuldades a causas irrelevantes e/ou temporárias (COSLETT, 2005).

O estudo de Fotopoulou *et al.* (2008) teve como objetivo discriminar entre dois déficits possivelmente envolvidos no controle motor de indivíduos com anosognosia para hemiplegia: um déficit na intenção motora e um problema no *feedback* sensorial. Os estudos realizados em adultos, na tentativa de explicar a anosognosia para hemiplegia, postulam algumas hipóteses de um déficit central. Uma das hipóteses para explicar as alterações do esquema corporal em hemiplégicos tem sido uma consequência secundária de déficits no *feedback* sensorial (CUTTING, 1978). Segundo essa hipótese, há uma incapacidade de detectar a falha no feedback sensorial durante a ação motora.

Frith, Blakemore e Wolpert (2000) propuseram que os indivíduos hemiplégicos apresentam deficiências específicas no planejamento motor. Em circunstâncias normais, a formação de uma intenção de movimento é usada por “modelo *forward*” para gerar previsões precisas sobre o *feedback* sensorial. Se um movimento pretendido não é realizado como planejado, um comparador detecta uma incompatibilidade entre a previsão do *feedback* sensorial e ausência do atual *feedback* sensorial. O sinal de erro é comparado e pode ser usado para informar a percepção motora. Heilman *et al.* (1998) consideram que indivíduos hemiplégicos apresentam uma incapacidade para formar intenções motoras, se a formação da intenção do movimento é defeituosa, o comparador, embora funcione, não recebe qualquer informação sobre o planejamento do movimento. Ao contrário, Berti *et al.* (2007), corroborando Frith, Blakemore e Wolpert (2000), defendem a hipótese de que pacientes hemiplégicos formam representações adequadas do estado desejado e preveem posições dos membros, mas eles não estão cientes da discrepância entre sua previsão e a real posição. Nessa perspectiva, a percepção do indivíduo é dominada pela intenção, e não levam em conta as evidências dos fracassos sensoriais. Berti *et al.* (2005, 2007) verificaram que o planejamento motor está intacto nesses indivíduos.

No estudo de Fotopoulou *et al.* (2008), o paradigma da MB foi modificado de forma a permitir investigar a capacidade do indivíduo de discriminar movimentos autogerados e movimentos da MB gerados pelo experimentador. Os resultados mostraram que os pacientes não obtiveram respostas corretas quanto à situação em que foram orientados a mover sua mão (movimento autogerado) e não houve qualquer movimento da mão protética. Dessa forma, os indivíduos com anosognosia para hemiplegia foram incapazes de detectar a ausência de movimento corretamente na condição de autogerada, mas foram capazes de detectá-lo na condição de movimento gerado externamente.

O estudo de Fotopoulou *et al.* (2008) sugeriu então que a representação visual estrutural do corpo pode estar preservada em adultos com anosognosia para hemiplegia pós-

AVE. A ilusão de movimento autogerado induzida pela movimentação da MB sugere um comprometimento do esquema corporal, mais especificamente dos mecanismos de feedback. A intenção de gerar o movimento pode estar preservada, a falha ocorre nos mecanismos que sinalizam a discrepância entre a ação almejada e a ação motora efetivamente realizada.

O segundo estudo da presente dissertação teve como objetivo, portanto, replicar em crianças com hemiparesia congênita, os resultados do estudo de Fotopoulou et al. (2008) com adultos com sequelas de AVE. A hipótese é que as crianças com PCH tenham dificuldade em discriminar movimento autogerado e movimento gerado externamente. Uma interpretação possível para esse fenômeno, caso ele ocorra, é atribuir o déficit ao comprometimento dos mecanismos de feedback sensorial no esquema corporal.

Dessa forma, a partir do que foi exposto, há necessidade de investigar a representação corporal e o planejamento motor em crianças com PCH, uma vez que a literatura tem reportado somente casos de indivíduos adultos com lesão cerebral. Verificaremos, através do paradigma da ilusão da MB, as contribuições para investigar o fenômeno clínico do desuso do membro parético em crianças com PCH e a possível relação com um déficit de representação central.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo é investigar a descrição estrutural do corpo, o esquema corporal e a percepção de ação em crianças com paralisia cerebral hemiparética, através do paradigma da ilusão da mão de borracha.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Objetivo específico 1: ilusão da mão de borracha

O primeiro objetivo específico é investigar a ilusão da mão de borracha em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com PCH. A presença de tal ilusão indica que a representação estrutural se sobrepõe ao esquema corporal nessas crianças. Portanto, esse objetivo foi operacionalizado, no primeiro estudo, com o uso do paradigma da ilusão da mão de borracha, em duas condições de estimulação tátil, síncrona e assíncrona.

A hipótese para o primeiro estudo é de que a ilusão da mão de borracha seria observada nos grupos de crianças com desenvolvimento típico. Essa hipótese fundamenta-se em estudos prévios que apontam para a capacidade de integração multissensorial nesses indivíduos com desenvolvimento típico (CASCIO *et al.* 2012; COWIE *et al.* 2013). Isso significa que nessas crianças a visão consegue capturar as informações proprioceptivas e táteis, deixando claro a sobreposição da representação estrutural sobre o esquema corporal. No que diz respeito às crianças com PCH, esperamos uma alteração na presença da ilusão da MB, uma vez que elas apresentam uma lesão cerebral, o que pode alterar a integração multissensorial e, conseqüentemente, sua representação corporal. Assim, esperamos um efeito da ilusão da MB que seja menos intenso do que, observado nas crianças típicas, sugerindo uma alteração na descrição estrutural do corpo, uma vez que as crianças com PCH apresentam dificuldades para captar os sinais visuais em tarefas manuais (STRAUB; OBRZUT, 2009). Dessa forma, verificaremos os distúrbios nos distintos tipos da representação do corpo.

3.2.2 Objetivo específico 2: percepção do movimento

O segundo objetivo específico é investigar, em crianças com hemiparesia congênita, se o planejamento motor se sobrepõe ao feedback sensorial, em condições que provocam a ilusão da mão de borracha. Isso significa que, para ter um planejamento motor, devemos levar em consideração a intenção do movimento e a percepção em relação às informações sensoriais durante a ação. Neste experimento, a hipótese é que as crianças com PCH teriam dificuldades na percepção do *feedback* sensorial em suas ações motoras, apresentando um déficit no esquema corporal. Essa hipótese se fundamenta em estudos prévios realizados em indivíduos adultos hemiparéticos que apresentaram dificuldades para indentificar as falhas no *feedback* sensorial. (FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000; BERTI *et al.*, 2007; FOTOPULOU *et al.*, 2008).

4 ARTIGO DE REVISÃO

O PARADIGMA DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA INVESTIGAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO DO CORPO EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA

Cláudia Maria Monteiro de Freitas Teixeira¹, Ricardo José de Moura² e Vitor Geraldi Haase³

¹Mestranda do PPG em Neurociências /UFMG

²Professor Doutor Co-orientador do PPG Neurociências/UFMG

³Professor Doutor Orientador do PPG Neurociências/UFMG

A possibilidade de utilizar o paradigma da mão de borracha para investigar as bases neurais de sintomas neuropsicológicos relacionados à representação do corpo e programação da ação é uma questão importante, que ainda deixa lacunas na literatura. A amostra escolhida para investigar foi composta por crianças com Paralisa Cerebral Hemiparética (PCH) e, por isso, faremos uma revisão sobre o fenômeno clínico das crianças com hemiparesia congênita, a neuropsicologia da representação do corpo na PCH e o paradigma da ilusão da mão de borracha (MB).

4.1 Fenomenologia clínica do desuso em crianças com PCH

A hemiplegia congênita é definida por um comprometimento motor do tipo espástico, ou seja, do sistema piramidal. Mas além do comprometimento piramidal, a hemiplegia congênita pode associar-se também a outros déficits: sensoriais, cognitivos, perceptivos e representacionais. Os déficits associados geralmente se devem a comprometimentos concomitantes com outras áreas cerebrais (BAX *et al.*,2005).

A literatura descreve uma série de alterações neurológicas e distúrbios na percepção do corpo na Paralisa Cerebral Hemiparética (PCH) (WINTERMAN, 2008). A existência de níveis distintos e dissociados de representação do corpo, bem como diferentes representações centrais, implicam, conseqüentemente, na ocorrência de diferentes transtornos neuropsicológicos em indivíduos com lesões cerebrais (FONTES, 2011).

Segundo Winterman (2008), crianças hemiparéticas apresentam um prejuízo perceptivo e representacional. Além de apresentar incapacidade para realização de atividades que exigem maior grau de complexidade, essas crianças também podem se frustrar quando não conseguem realizar esse tipo de atividade.

Atualmente tem sido bastante empregado o termo *Developmental Disregard* (DD), o qual pode ser definido como uma incapacidade para utilizar o membro parético para as funções motoras e para o uso espontâneo nas atividades de vida diárias (AVD's) (AARTS *et al.*, 2009). Apesar de, em muitos casos, as crianças serem capazes de realizar o movimento com a mão parética, elas geralmente não o executam de forma espontânea. Essa discrepância entre a potencialidade funcional motora e o uso espontâneo é a principal característica do DD (HOUWINK *et al.*, 2011; DeLUCA *et al.*, 2006).

Apesar das alterações conceituais, sensoriais e perceptuais do DD serem facilmente detectadas na prática clínica, observa-se uma escassez de estudos que envolvem crianças com PC (FONTES, MOURA, HAASE, 2014). A explicação mais comum para o fenômeno do DD é baseada na supressão do movimento, sugerindo que as crianças com DD são pouco incentivadas a utilizar o membro superior afetado. Dessa forma, o membro parético é menos exigido, durante a realização das suas tarefas (TAUB; WOLF, 1997).

O DD é muitas vezes comparado a um fenômeno semelhante, que pode ocorrer em adultos depois de um Acidente Vascular Encefálico (AVE) é referido como “desuso aprendido”. O desuso do membro é atribuído à falta de reforço positivo após a tentativa de uso do mesmo em tarefas motoras (TAUB *et al.*, 2004). Esse desuso, por sua vez, acarreta um enfraquecimento da conectividade sináptica de grupos de neurônios eventualmente poupados em torno da lesão, contribuindo, em última análise, para o agravamento e acentuação das dificuldades originais (COCKBURN *et al.*, 2003). Várias evidências sugerem que a incapacidade em utilizar o membro superior em macacos ou do membro parético em indivíduos com AVE é um fenômeno de aprendizagem levando a uma supressão condicionada do movimento no lado afetado, o que é referido como “o desuso aprendido” (COCKBURN *et al.*, 2003; TAUB *et al.*, 2004).

Deluca *et al.* (2006) verificaram que as crianças com DD não apresentam estímulos de movimentos durante o período do desenvolvimento, enquanto as crianças com desenvolvimento típico adquirem rapidamente habilidades, movimentos e transferências motoras. Como consequência dessa falta de movimento, são desencadeados atrasos nos marcos típicos do desenvolvimento.

O reforço positivo resultante do uso bem sucedido do membro superior não afetado é combinado com o déficit de reforçamento do uso sem sucesso do membro superior parético. Isso leva a um comportamento desproporcional das capacidades dos membros superiores (MMSS) (ZIELINSKI *et al.*, 2014). O DD gera um excesso de esforço cognitivo para que essa criança tenha um controle motor do membro superior parético. Assim, pode-se

vincular o comportamento da aprendizagem motora a processos cerebrais da atenção. Nesse sentido, se uma tarefa realizada com o membro superior afetado não está automatizada, esta requer, portanto, uma quantidade desproporcional de recursos de atenção. Como consequência a tarefa será realizada pelo membro não afetado (HOUWINK *et al.*, 2011; ZIELINSKI *et al.*, 2014). Estudos realizados com indivíduos hemiparéticos adultos mostraram que, para que esses pacientes reaprendessem uma habilidade motora perdida, eles precisavam de um nível desproporcional de atenção ao moverem o membro afetado. Essa atenção é muito importante nos estágios iniciais da reabilitação, a fim de automatizar o movimento. Assim, a falta de automatismo de movimentos está associada ao aumento da carga cognitiva em indivíduos hemiparéticos adultos (COCKBURN *et al.*, 2003; HOUWINK *et al.*, 2013). Houwink *et al.* (2011) sugerem que déficits de atenção e falta de automação podem estar relacionados ao desuso do membro, sugerindo uma alteração da representação do corpo em crianças com PCH.

Taub *et al.* (2004), explicam a ausência do uso do membro superior por uma perspectiva comportamental, argumentando que os movimentos do membro parético são suprimidos em função de reforço negativo. Para reverter o desuso aprendido, eles desenvolveram um treinamento de intervenção denominado *Constraint Induced Movement Therapy* (CIMT), em que o elemento-chave é a restrição do braço não afetado. Assim, promove-se o uso do braço parético através de treinamento intensivo, com o objetivo de reduzir o DD (TAUB *et al.*, 2004). O CIMT objetiva reforçar a atenção do uso do membro parético nas atividades manuais, tornando-as automáticas para esse membro (HOUWINK *et al.*, 2011).

A partir dessa intervenção, observa-se que algumas dessas crianças apresentam melhorias na capacidade de movimentação do membro parético, porém ainda subutilizam seu braço e mãos afetadas. Isso levanta uma questão para investigar quais os processos subjacentes, além da perspectiva comportamental, estão envolvidos no DD (HOUWINK *et al.*, 2011).

Investigações recentes se concentram na compreensão dos mecanismos de deficiência cognitiva e circuitos neurais em adultos hemiparéticos. Orfei *et al.* (2007) concluíram que a imobilidade e, em geral, os déficits funcionais levam à incapacidade e podem ter um impacto negativo sobre a recuperação da hemiparesia. Porém, o distúrbio da representação do corpo tem apresentado uma significativa influência negativa no processo de recuperação (ORFEI *et al.*, 2007).

A referência em relação aos distúrbios de representação do corpo também foi encontrada na literatura mais antiga (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969). Segundo esses autores, as crianças com PCH parecem ignorar o membro afetado ou não têm consciência disso e não são capazes de olhar para o membro paralisado ou até mesmo usá-lo. Ajuriaguerra e Stucki (1969) concluíram que os déficits funcionais do membro afetado apresentados por crianças com PCH não podem ser completamente explicados por dificuldades motoras. Os autores também levantaram a hipótese de que os transtornos da percepção visual podem agravar distúrbios motores. De acordo com Katz, Cermak e Shamir (1998), uma negligência unilateral pode afetar a capacidade de assimilar informação visual do ambiente, um dos principais mecanismos cognitivos pelo qual a criança adquire representações do mundo. Eles também mostraram evidências de que os déficits na alocação visuo-espacial de atenção pode ter implicações diretas na educação e reabilitação dessas crianças. Isso sugere que o fenômeno clínico do DD, que apresenta bases neurológicas semelhantes às da heminegligência motora, pode estar associado às alterações das representações do corpo, especificamente o esquema corporal e a descrição estrutural do corpo.

Além disso, os déficits no planejamento, controle e execução de movimentos, podem estar envolvidos no DD (SUTCLIFFE *et al.*, 2009). O DD pode ser um fenômeno com base neurológica semelhante à observada nos indivíduos com heminegligência motora (ZIELINSKI *et al.*, 2014). A negligência pode ser decorrente de lesões do hemisfério direito e esquerdo, mas as lesões do hemisfério direito produzem, frequentemente, heminegligências mais severas, em adultos (TRAUNER, 2003; GIL, 2007). A heminegligência motora é designada a falta do uso do membro afetado. Além disso, nas atividades funcionais, esses indivíduos apresentam uma dificuldade para direcionar a atenção e iniciar a ação do movimento do membro parético (GOLDENBERG, 2000; TRAUNER, 2003). Na heminegligência motora são observados comportamentos de total indiferença ao membro, raiva, ou até mesmo personificação do membro.

Orfei *et al.* (2007) sugeriram que o DD também pode se assemelhar ao fenômeno com base neurológica da anosognosia. Ela é caracterizada como um transtorno perceptual, no qual o indivíduo com lesão cerebral apresenta uma desordem da consciência de si próprio impedindo o reconhecimento da severidade do déficit sensorial, perceptivo, motor, comportamental ou cognitivo (ORFEI *et al.*, 2007). O termo anosognosia (do grego, a-nosognosia para “o não conhecimento da doença”) foi usado por Babinski (1914) para referir-se ao fenômeno que pode ser observado em casos de hemiplegia, hemianopsia e afasia (BISIACH;

GEMIRIANI, 1991; RUBENS; GARRETT, 1991; HEILMAN; BARRET; ADAIR, 1998; COSLETT, 2005).

Dessa forma, há semelhanças clínicas da PCH com quadros neuropsicológicos em adultos e, mais especificamente, de heminegligência motora com as manifestações de hemissomatoagnosia ou anosognosia para hemiplegia. A heminegligência motora com manifestações de hemissomatoagnosia é uma condição que parece envolver um aspecto perceptual ou representacional, relacionado à sensação de reconhecimento da parte afetada do corpo. A anosognosia para hemiplegia está mais relacionada à intenção de movimento.

A fim de aprofundar como e quais representações do corpo poderiam estar envolvidas no fenômeno clínico da falta do uso do membro parético, em crianças com PCH, iremos abordar aspectos neuropsicológicos e anatómicos das representações corporais.

4.2 Representações do corpo

O conhecimento de múltiplos canais sensório-motores que nos ajudam a perceber o nosso próprio corpo, como as aferências sensório-motoras, aferências visuais, o “*input*” tátil e proprioceptivo, foram reportadas por Goldenberg (2002). Estudos como os de Sirigu *et al.*, (1996), Buxbaum e Coslett (2001), Coslett, Saffran e Schwoebel (2002), Schwoebel e Coslett (2005) e Corradi-Dell’Acqua *et al.*, (2008) sugerem que o processamento do conhecimento relativo ao próprio corpo compreende diversas representações. Além disso, segundo esses pesquisadores, há, no mínimo, três tipos distintos de representação corporal: o esquema corporal, a descrição estrutural do corpo e a imagem corporal.

O esquema corporal é uma representação dinâmica das posições das partes do corpo, no espaço e tempo, derivada de vários inputs sensoriais e motores que interagem com o sistema motor na gênese da ação (SIRIGU *et al.*, 1996; SCHWOEBEL; COSLETT, 2005). Segundo Buxbaum e Coslett (2001), o esquema corporal é um sistema de representação estrutural dinâmico do corpo, resultante da integração de informações somatossensoriais, vestibulares e independente das informações visuais. A representação mental das partes do corpo e de sua relativa posição dentro do espaço é importante para a formação do esquema corporal (SCHWOEBEL; COSLETT, 2005). O conhecimento da relação espacial e temporal entre os diferentes segmentos do corpo é indispensável para a realização de qualquer movimento voluntário e para a qualidade do desempenho na execução de tarefas (CORRADI-DELL’ACQUA *et al.*, 2008). Sirigu *et al.*, 1996; Sirigu *et al.*, 1999; Schwoebel e Coslett, 2005 mostram uma representação do corpo *online*. Esse esquema é construído a cada

momento, verificando, de modo *online* as relativas posições das partes do corpo no espaço. Pode-se verificar que os transtornos nas representações do corpo podem ser dissociadas, de acordo com determinada patologia. A apraxia ideomotora, por exemplo, representa um comprometimento do esquema corporal e está associada à lesão do hemisfério esquerdo (KREUTZER *et al.*, 2010).

A descrição estrutural do corpo é outro tipo de representação corporal. Consiste em um mapa topográfico das localizações derivadas primariamente do *input* visual definindo os limites de cada parte do corpo e a relação de proximidade entre elas (SIRIGU *et al.*, 1996; SCHWOEBEL; COSLETT, 2005). Nesse sentido, a descrição estrutural do corpo permite ao indivíduo especificar a posição e os limites de cada segmento corporal, além da relação de proximidade entre elas (SIRIGU *et al.*, 1999; BUXBAUM; COSLETT, 2001; SCHWOEBEL; COSLETT, 2005; CORRADI-DELL'ACQUA *et al.*, 2008). Em contraste com o esquema corporal, esse tipo de representação deriva de múltiplos estímulos sensoriais e motores, originando-se, primariamente, das informações visuais procedentes do nosso corpo (direta ou indiretamente) e do corpo de outras pessoas. Esse nível de representação participa de toda tarefa que requer o reconhecimento visual do próprio corpo e de toda e qualquer ação sobre ele, guiada pela visão (SIRIGU *et al.*, 1999; BUXBAUM; COSLETT, 2001). A autopatognosia é o tipo principal de déficit na representação estrutural do corpo, tornando o indivíduo incapaz de identificar as partes do corpo (MURATA; ISHIDA, 2007).

O terceiro tipo de representação corporal é a imagem corporal. Essa representação é um sistema de percepções, atitudes, crenças e disposições em relação ao próprio corpo e envolve pelo menos três aspectos: percepção corporal, conceito corporal e afeto corporal (SIRIGU *et al.*, 2004). A imagem corporal é uma representação semântica e lexical do corpo incluindo nomes das partes do corpo. Dificuldades para nomear partes do corpo, dificuldades para acessar significados ou funcionalidades associadas às diversas partes do corpo são exemplos de déficits na imagem corporal (SCHWOEBEL; COSLETT, 2005).

Sirigu *et al.* (1996) propuseram um modelo neuropsicológico para o processamento do conhecimento do corpo. Buxbaum e Coslett (2001) e Schwoebel e Coslett (2005) sugeriram que, dependendo do tipo de informação utilizada pelo sistema, o processamento do conhecimento do próprio corpo emprega diversas representações. O grau de envolvimento de cada componente depende da demanda da tarefa. Assim, nomear ou definir funcionalmente uma parte do corpo provavelmente requer uma maior participação das representações semânticas e lexicais. Por outro lado, apontar para uma parte específica do

corpo requer principalmente uma representação visoespacial. Uma boa orientação no espaço requer principalmente o conhecimento da posição atual do corpo (SIRIGU *et al.*, 1996).

Além disso, esse modelo postula a existência de um processamento motor que contribui para a construção da percepção espacial do corpo, e afirma que o esquema corporal seria fundamental para o planejamento e execução da ação motora. Os componentes do sistema de representação do corpo apresentado por Sirigu *et al.* (1999) são relativamente independentes, mas podem interagir uns com os outros, dependendo da demanda da tarefa. Os mesmos autores verificaram também que uma boa orientação no espaço requer principalmente o conhecimento da posição atual do corpo (SIRIGU *et al.*, 1999).

Cada forma de representação do corpo foi proposta a partir de déficits isolados, ou seja, dissociáveis, que foram clinicamente ou experimentalmente observados em pacientes cérebro-lesados.

Sirigu *et al.* (1996) observaram que o córtex parietal posterior é o substrato neural para a representação do esquema corporal. Tais evidências foram comprovadas através das observações de Sirigu *et al.* (1996) de que os pacientes com lesão do lobo parietal exibiram uma incapacidade para posicionar o corpo no espaço.

Schwoebel e Coslett (2005) investigaram as bases anatômicas da representação do corpo analisando dados de neuroimagem de 64 pacientes cérebro-lesados. Eles concluíram que os distúrbios na descrição estrutural do corpo estão normalmente relacionados à lesão do lobo temporal, enquanto as deficiências do esquema corporal se associam às lesões que envolvem o lobo dorsolateral frontal e/ou o lobo parietal.

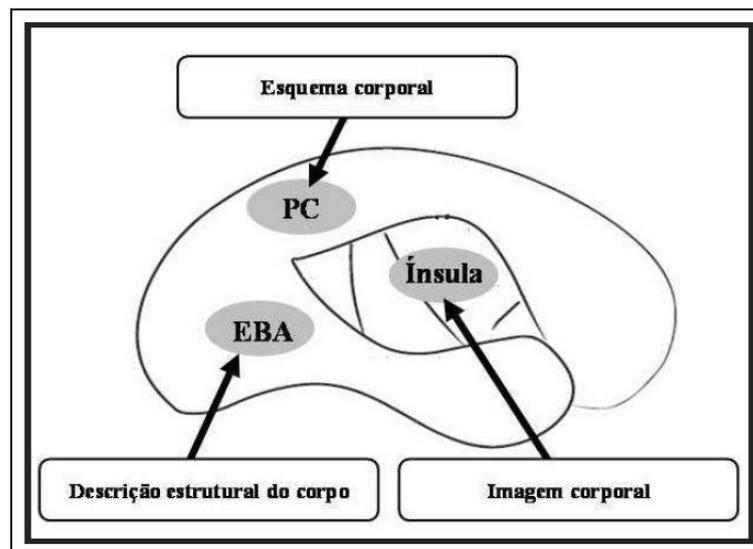
Berlucchi e Aglioti (1997), através de uma revisão bibliográfica, propõem três regiões cerebrais que têm recentemente atraído mais a atenção como possíveis locais especializados nos diferentes aspectos da consciência corporal:

- 1) o córtex parietal posterior, que contribui para o substrato neural do esquema corporal;
- 2) o córtex occipito-temporal lateral, que contribui para o substrato neural da descrição estrutural do corpo e
- 3) a ínsula anterior, que contribui para o substrato neural da imagem corporal (FIG. 1).

As regiões corticais relacionadas ao corpo apresentadas no modelo neuroanatômico de representação corporal estão presentes em ambos hemisférios cerebrais.

No entanto, Berlucchi e Aglioti (1997) propõem que haja uma dominância relativa das representações no hemisfério direito, pois a maioria dos estudos tem fornecido evidências, em indivíduos adultos, para uma dominância do lado direito, em muitas facetas da consciência corporal (PEELEN; DOWNING, 2005, 2007; SCHWARZLOSE *et al.*, 2005; TAYLOR *et al.*, 2007).

Figura 1 – Modelo neuroanatômico para o processamento da representação corporal. Hemisfério direito. Regiões corticais relacionadas ao corpo. PC – “*posterior parietal córtex*”, EBA – “*extrastriate body área*”, Insula – “*anterior insula*”



Fonte: Berlucchi e Aglioti (2009).

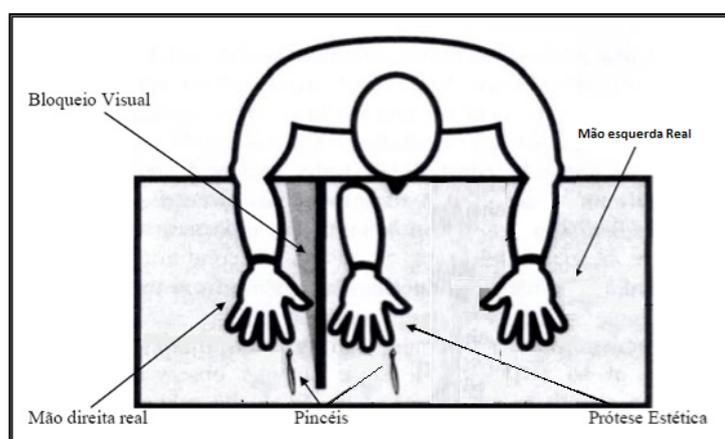
Em relação aos dados de neuroimagem funcional, Downing *et al.* (2001) encontraram uma região do córtex occipito-temporal lateral direito que demonstra forte ativação na condição sincrônica da ilusão da MB, quando ocorre o estímulo ritmado e organizado. Essa região foi denominada *Extra Estriada Body Area* (EBA) e parece estar também envolvida na percepção do próprio corpo para orientar a ação. Além disso, a região EBA recebe sinais que atualizam a representação do corpo após o movimento, relacionando à percepção do próprio corpo e ao esquema corporal para compreender as ações (PEELEN; DOWNING, 2007).

A fim de verificar o paradigma da ilusão da MB e quais formas de representação do corpo podem estar implicadas nesse fenômeno, iremos revisar os efeitos da ilusão da MB, o paradigma experimental da ilusão da mão de borracha e como este ser usado para testar a hipótese de que o desuso na hemiplegia congênita seja devido a um déficit representacional central.

4.3 Ilusão da MB e representação do corpo

Em 1998 Botvinick e Cohen construíram um paradigma experimental denominado *Rubber Hand Illusion* (Ilusão da Mão de Borracha), para avaliar a integração sensorial (FIG. 2). Os pesquisadores criaram uma situação de ilusão, em que se produz uma distorção da posição manual pela estimulação, em sincronia, de uma mão verdadeira e uma mão de borracha (MB). Os participantes têm acesso visual à MB. No estudo citado, os indivíduos passaram a reconhecer a MB como sendo a sua própria mão, após alguns segundos de estimulação tátil.

Figura 2 – Representação da Rubber Hand Illusion



Fonte: (adaptado de Botvinick e Cohen, 1998)

Botvinick e Cohen, (1998) ressaltaram algumas variáveis necessárias para que a ilusão da MB ocorra, como por exemplo a propriocepção e a sincronia do estímulo tátil (BOTVINICK; COHEN, 1998). Tsakiris (2010) mostrou que, após a estimulação visuotátil de forma sincrônica (estímulo tátil realizado ao mesmo tempo e no mesmo ritmo), os indivíduos indicam a posição da sua mão real mais perto da MB do que realmente estava. Em contrapartida, quando o estímulo é realizado na condição assíncrona (estímulo tátil realizado de forma atemporal, arritmada e desorganizada) não se verifica o efeito da ilusão da MB (FARRER; FRITH 2002; FARRER *et al.*, 2006; ARZY *et al.*, 2006; EHRSSON *et al.*, 2008; TSAKIRIS *et al.*, 2008; KAMMER *et al.*, 2009; FERRI *et al.*, 2013). Além disso, para que a ilusão da MB exista é importante que a mão protética esteja localizada em um local compatível com a postura do participante (BODMANN *et al.*, 2014).

Tsakiris e Haggard (2005) verificaram que os efeitos da ilusão é altamente dependente de uma postura congruente da MB ou de uma identidade congruente em relação ao objeto. Os mesmos autores observaram que, quando os participantes assistiram a uma MB em uma posição incongruente (girado em 90°, sentido anti-horário à sua própria mão) ou

como uma identidade incongruente (vara de madeira ou verso da mão falsa), a força da ilusão da MB diminuiu consideravelmente. Outras pesquisas com estudos de imagens cerebrais, realizadas por Ehrsson, Spence e Passingham (2004, 2005), identificaram maiores atividades cerebrais em áreas multissensoriais com a ilusão da MB quando havia congruência postural.

Tsakiris e Haggard (2005) concluíram que a estimulação síncrona, visual e tátil, por si só, não seria suficiente para induzir a ilusão da MB. Além disso, os autores verificaram que as representações existentes do corpo podem também ser necessárias para obter a experiência de propriedade da MB (TSAKIRIS; HAGGARD, 2005; SCANDOLA *et al.*, 2014). Schutz-Bosbach *et al.* (2009), por exemplo, mostraram que a ilusão da MB pode ser influenciada por semelhanças na forma da mão. Assim, experiências com objetos semelhantes à mão provocam forte efeito de ilusão da MB, ao passo que não há a presença de tal efeito em objetos que não assemelham às formas manuais. Estudos sobre o reconhecimento corporal sugeriram que ele está intrinsecamente ligado a um sentimento do “próprio corpo” (HAANS *et al.*, 2008).

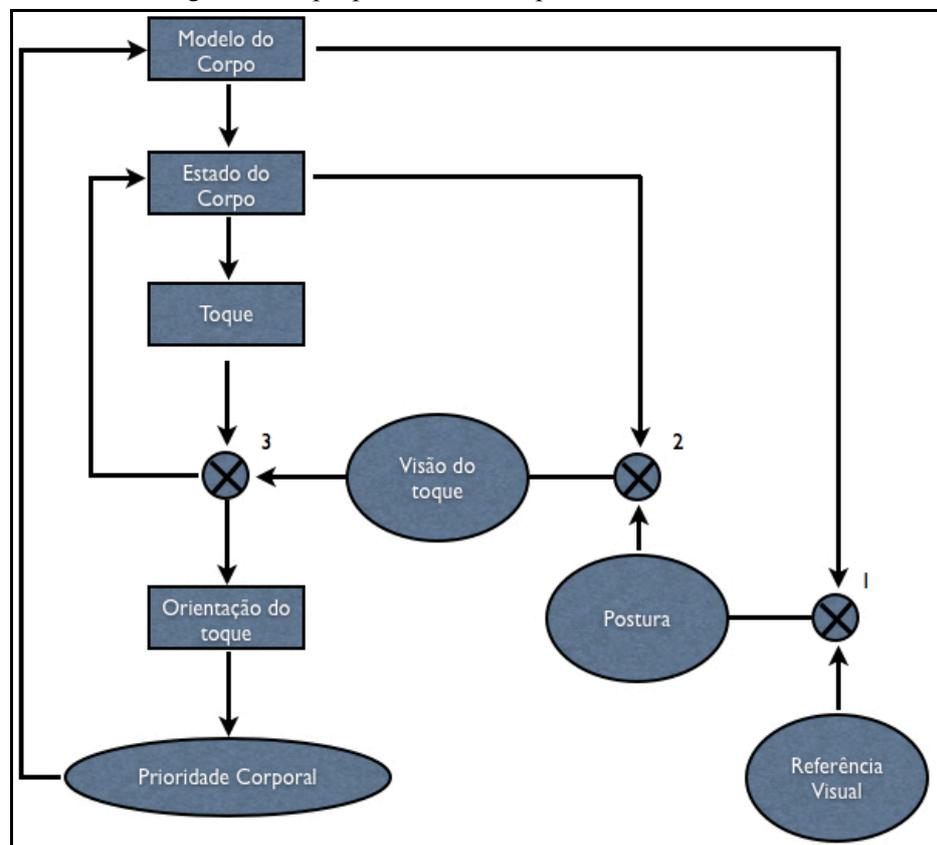
Lloyd *et al.* (2013) concluíram que a maioria dos indivíduos, ao ser estimulada de forma sincrônica, incorpora a MB como parte do próprio corpo e, conseqüentemente, a sua representação corporal. Essa experiência subjetiva da ilusão é medida por meio de autorrelatos, através do Questionário de Distorção Proprioceptiva da Ilusão da MB de Botvinick e Cohen (1998). Essas medidas são projetadas para capturar três principais elementos da ilusão:

- 1) Captura visual e propriocepção da mão real e da MB;
- 2) Propriedade do corpo ou o grau em que a MB é considerada como sendo incorporada em seu próprio corpo; e
- 3) o grau de atribuição da sensação de toque na MB. Esses, elementos em conjunto, proporcionam um índice da força da ilusão (LLOYD *et al.*, 2013).

Tsakiris (2010) propõe um modelo neurocognitivo para a propriedade do corpo durante a ilusão da MB, enfatizando três comparações (FIG. 3). A primeira é a comparação da forma do objeto visualizado com um modelo do corpo pré-existente, que contenha uma descrição de referência visual, anatômica e estrutural às propriedades do corpo. O corpo apresenta um mecanismo modulatório que permite que um objeto externo possa ser considerado como uma parte potencial do seu próprio corpo, através de estímulos táteis, visuais e proprioceptivos (SCHUTZ-BOSBASH, 2009). O modelo prevê que quanto mais o objeto visto corresponder à aparência estrutural da forma da parte do corpo, mais forte será a

experiência da propriedade do corpo (MAKIN *et al.*, 2008). Nessa primeira comparação do objeto visualizado com um modelo pré-existente, foi comprovada forte atividade da região temporo-parietal direita (TSAKIRIS *et al.*, 2008). A segunda comparação ocorre entre o estado atual do corpo e as características posturais e anatômicas da parte do corpo. Essa comparação é sustentada pela atividade em áreas parietais anteriores, como o córtex somatossensorial primário e secundário (CONSTANTINI; HAGGARD, 2007; TSAKIRIS *et al.*, 2007; SCHUTZ-BOSBACH *et al.*, 2009). A terceira comparação é entre a entrada sensorial, ou seja, entre a visão do toque e o toque (TSAKIRIS, 2010). O córtex parietal posterior é responsável por essa terceira comparação, uma vez que resolve o conflito entre a informação visual e tátil e recalibra os sistemas visuais e táteis (EHRSSON *et al.*, 2004; MAKIN *et al.*, 2008). Essa recalibração é sustentada por atividade no córtex pré-motor (EHRSSON *et al.*, 2004). Finalmente, a experiência subjetiva de posse, sustentada pela atividade na ínsula posterior direita (TSAKIRIS *et al.*, 2007; SCHUTZ-BOSBACH *et al.*, 2009; CRUCIANELLI *et al.*, 2013), irá atualizar o modelo do corpo, resultando na incorporação da mão e a subsequente regulação fisiológica do corpo (MOSELEY *et al.*, 2008).

Figura 3 – Modelo neurocognitivo da propriedade do corpo durante a ilusão da mão de borracha



Fonte: adaptado de Tsakiris, 2010

Os estudos com fRM mostram uma maior ativação bilateral no córtex pré-motor ventral, lobo parietal e cerebelo durante a ocorrência do efeito da ilusão da MB (FRISTON *et al.*, 2004). Estudos comprovam que o córtex pré-motor ventral contribui para a auto-atribuição das partes do corpo, sendo consistente com o papel bem estabelecido dessa área na integração multissensorial (GODSCHALK *et al.*, 1984; FOGASSI *et al.*, 1996).

Um estudo investigou a relação entre a atividade do cerebelo e a força da ilusão da MB (EHRSSON *et al.*, 2004). Segundo esse estudo, o cerebelo recebe contribuições pré-motoras e parietais através dos núcleos pontinos e, em seguida, envia informações para essas áreas corticais através dos núcleos denteados e do tálamo ventrolateral (SCHMAHMANN *et al.*, 2001). Assim, os hemisférios cerebelares têm a capacidade de integrar as informações do corpo (LIU *et al.*, 2003). Além disso, foi proposto que os mecanismos do cerebelo estão envolvidos na distinção entre sinais sensoriais autoproduzidos e estímulos produzidos externamente. O cerebelo é capaz de detectar discrepâncias entre as conseqüências sensoriais previstas dos movimentos voluntários e do feedback sensorial real (WOLPERT; GHAHRAMANI, 2000).

Gentile *et al.* (2013) submeteram 15 participantes ao paradigma da ilusão da MB com o uso da fRM (Ressonância Magnética Funcional) e observaram uma ativação na região denominada de *extrastriate body área* (EBA, área extraestriada do corpo). Essa região do córtex occipital bilateral exibe uma conectividade significativamente mais forte em condições de congruência temporal da MB. Assim, o estudo de Gentile *et al.* (2013) sugeriu que a construção de percepções da mão é o resultado dinâmico da integração de informação das vias anátomo-funcionais que se rege por princípios de congruência temporal e espacial entre os sinais sensoriais. Wold *et al.* (2014) verificaram forte correlação da ilusão da MB com a ativação da EBA, concluindo que esta seria uma região importante para a integração das informações sensoriais, ao cumprir um importante papel na representação do corpo.

O modelo neurocognitivo da propriedade do corpo durante a ilusão da mão de borracha de Tsakiris (2010), descreve o córtex parietal posterior e a ínsula como importantes estruturas para a ocorrência da ilusão da MB. Observamos de acordo com a revisão bibliográfica de Berlucchi e Aglioti (1997), que essas estruturas são também importantes para a representação corporal.

O estudo de Graham *et al.* (2014), realizado em adultos, concluiu que a ilusão da MB avalia o esquema corporal e a descrição estrutural do corpo. Apps e Tsakiris (2014) sugerem que ilusão da MB é uma forma de evidenciar o fenômeno das representações do corpo, que são maleáveis e podem ser atualizadas através da integração de estímulos externos.

Dessa forma, o paradigma da ilusão MB pode ser uma estratégia epistemológica para investigar a representação do corpo em condições neuropsicológicas.

4.4 Ilusão da mão de borracha, representação do corpo e desuso na hemiplegia congênita

O paradigma experimental chamado de ilusão da MB tem um impacto crítico na compreensão de como o cérebro organiza a própria representação corporal (SHIMADA *et al.*, 2009; SCANDOLA *et al.*, 2014). A ilusão da MB é capaz de provocar mudanças na percepção da consciência corporal, que pode potencialmente ser usada como uma ferramenta para entender melhor o conceito do corpo e sua representação e funcionamento do cérebro, no estudo de neurociência cognitiva (PEREZ *et al.*, 2012). O paradigma da ilusão da MB tem ajudado a compreender melhor os aspectos da percepção sensorial, processos cognitivos superiores e mapeamento cerebral (SCANDOLA *et al.*, 2014). Esse paradigma representa uma das poucas maneiras viáveis de investigação científica da propriedade do corpo, uma vez que permite que um objeto externo possa ser tratado, não como um simples reconhecimento, mas como parte do corpo (TSAKIRIS, 2010).

A investigação realizada com a ilusão da MB associada às tecnologias de fRM e Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) tem sido uma ferramenta importante para compreender as diferentes representações, que são o esquema corporal, a descrição estrutural do corpo e o controle das ações corporais (FARRER; FRITH 2002; FARRER *et al.*, 2006; FRISTON *et al.*, 2004; ARZY *et al.*, 2006; EHRSSON *et al.*, 2008; TSAKIRIS *et al.*, 2008; KAMMER *et al.* 2009). A ilusão da MB pode ser explicada em termos de mecanismos de controle motor, os quais envolvem representações do corpo. Além disso, tem sido observado que a representação do corpo, de fato, reflete na integração de múltiplas fontes de *feedback* sensorial. Contudo, a ilusão da MB contribui também para avaliar a maneira pela qual os indivíduos realizam essa integração e como influencia o seu senso de auto-percepção (MUSSAP; SALTON, 2006).

Sendo assim, a ilusão da MB tem sido uma forte ferramenta para investigar aspectos relacionados à representação do corpo e à percepção do movimento (ARZY *et al.*, 2006; FRISTON *et al.*, 2004, EHRSSON *et al.*, 2005, 2011; FARRER; FRITCH 2002; FARRER *et al.*, 2006; KAMMER *et al.*, 2009; TSAKIRIS *et al.*, 2008).

Dessa forma, esse paradigma pode ser usado como uma abordagem experimental para esclarecer os mecanismos do desuso na PCH, uma vez que nessa condição são

observados fenômenos clínicos que sugerem comprometimentos de representações do corpo. Além disso, o paradigma pode auxiliar na compreensão dos mecanismos envolvidos ao DD e testar a hipótese de que o desuso na hemiplegia congênica seja devido a um déficit representacional central.

O DD caracteriza-se pela falta de automatismo do membro parético e a ausência de integração dos estímulos externos é uma fator que dificulta o automatismo em crianças com DD (HOUWINK *et al.*, 2011). O paradigma da ilusão da MB utiliza vários estímulos sensoriais, sendo capaz de avaliar essa integração sensorial (EHRSSON *et al.*, 2004). Dessa maneira, o paradigma pode investigar o fenômeno do DD.

4.5 Considerações finais

Apesar do seu potencial epistemológico, a ilusão da MB ainda não foi usada para investigar a representação do corpo em crianças com PCH. Nesse sentido, cabe ressaltar, então, que essa representa uma importante lacuna no conhecimento sobre o tema.

A partir do que foi exposto, verificamos a necessidade de investigar a representação corporal e o planejamento motor em crianças com PCH, uma vez que a literatura tem reportado somente casos de indivíduos adultos com lesão cerebral. Assim, observamos que maioria dos trabalhos que utiliza o paradigma da MB foram feitos em adultos saudáveis, indivíduos com esquizofrenia e com doença de Alzheimer. Somente dois estudos verificaram a presença dos efeitos da ilusão da MB em crianças inglesas com desenvolvimento típico (COWIE *et al.*, 2013) e em crianças americanas com desenvolvimento típico e crianças autistas (CASCIO *et al.*, 2012). Não há nenhum estudo que investigou se crianças brasileiras com desenvolvimento típico ou crianças com PCH apresentam os efeitos da ilusão da MB. Do mesmo modo, também não há nenhum estudo que tenha investigado o planejamento motor em crianças, em condições que provoque a ilusão da MB. Acreditamos que o paradigma da ilusão da MB é uma importante ferramenta que contribui para esclarecer transtornos nos diversos tipos de representação corporal e na percepção de ação.

Na prática clínica, observamos que, mesmo com tantos atendimentos terapêuticos e cirurgias ortopédicas, as crianças ainda tendem ao não uso do braço comprometido. Sugerimos que não somente um componente periférico auxilie na falta do uso desse membro, mas também, que um componente central também possa estar envolvido. Com este estudo esperamos contribuir para uma melhor adequação da reabilitação dessas crianças, estimulando os profissionais da saúde a investigar os distúrbios da representação do corpo dessas crianças.

Dessa forma, acreditamos que uma intervenção em relação à representação corporal possa levar a melhorias na execução dos movimentos dessas crianças.

REFERÊNCIAS

- AARTS, P.B.M. *et al.* Validity and reliability of the VOAA-DDD to assess spontaneous hand use with a video observation tool in children with spastic unilateral cerebral palsy. *Biomedical center Musculoskeletal Disorders*, 10: 145-152, 2009.
- AJURIAGUERRA, J.; STUCKI, J.D. Developmental disorders of the body schema. *In*: VINKEN, P.J.; BRUYN, G.W. (Ed.). Disorders of speech, perception and symbolic behavior. (series title: *Handbook of Clinical Neurology*). New York: North Holland, v. 4, p. 392-407, 1969.
- APPS, M.A.J.; TSKIRIS, M. The free-energy self: a predictive coding account of selfrecognition. *Neuroscience Biobehavior*, 1:85- 97, 2014.
- ARZY, S. *et al.* Neural mechanisms of embodiment: asomatognosia due to premotor Cortex damage. *Archive Neurology*, 63: 1022-1025, 2006.
- BABINSKI, J. Contribution a` l` e` tude des troubles mentaux dans l` hemiplegie organique cerebrale. *Revue Neurologique*, 27: 845-8, 1914.
- BAX, M. *et al.* Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 571-576, april 2005.
- BERLUCCHI, G.; AGLIOTI, S. The body in the brain: neural bases of corporeal awareness. *Trends in Neuroscience*, 20, 560-564, 1997.
- BERTI, A. *et al.* Motor awareness and motor intention in anosognosia for hemiplegia. *In*: HAGGARD, P.; ROSSETTI, Y.; KAWATO, M. (Ed.). *Sensorimotor foundations of higher cognition series: attention and performance number XXII*. New York: Oxford University Press, 2007, p. 163-82.
- BISIACH, E.; GEMINIANI, G. Anosognosia relating to hemiplegia and hemianopia. *In*: PRIGATANO, G.P.; SCHACTER, D. L. (Ed.). *Awareness of deficit after brain injury: clinical and theoretical issues*. New York: Oxford University Press, 1991, p. 17-39.
- BLAKEMORE, S.J.; GOODBODY, S.J.; WOLPERT, D.M. Predicting the consequences of our own actions: the role of sensorimotor context estimation. *Journal Neuroscience*, 18: 7511-7518, 1998.
- BODMANN, R.B. *et al.* The importance of synchrony and temporal order of visual and tactile input for illusory limb ownership experiences – An fMRI Study Applying Virtual Reality. *Plos One*, 9: 127-139, 2014.
- BOTVINICK, M.; COHEN, J. Rubber hands “feel” touch that eyes see. *Nature*, 45: 391: 756, 1998.
- BUXBAUM, L. J.; COSLETT, H. B. Specialised structural descriptions for human body parts: evidence from autotopagnosia. *Cognit Neuropsychol*, 18(4), 289-306, 2001.
- CARD, R.; DOOD, B. The phonological awareness abilities of children with cerebral palsy who do not speak. *Augmentative and alternative communication (BALTIMORE, Md., 1985)* 22(3), 149-159, 2006.

- CHRIST, S. E.; WHITE, D. A.; BRUNSTROM, J. Inhibitory control following perinatal brain injury. *Neuropsychology*, 17, 171-178, 2003.
- COCKBURN, J. *et al.* Changing patterns of cognitive-motor interference (CMI) over time during recovery from stroke. *Clin Rehabil*, 17 (2):167-173, 2003.
- CONSTANTINI, M.; HAGGARD, P. The rubber hand illusion: sensitivity and reference frame for body ownership. *Consciousness and Cognition*, 16: 229-240, 2007.
- CORRADI-DELL'ACQUA, C. *et al.* Where is a nose with respect to a foot? The left posterior parietal cortex processes spatial relationships among body parts. *Cereb Cortex*, 18: 2879-2890, 2008.
- COSLETT, H.B. Anosognosia and body representations forty years later. *Cortex*, 41: 263-70, 2005.
- COSLETT, H.B.; SAFFREN, E.M.; SCHWOEBEL, J. Knowledge of the human body: a distinct semantic domain. *Neurol*, 59(33), 357-63, 2002.
- COUTINHO, K.C.; HAASE, V.G. *Hemiasomatognosia em crianças com paralisia cerebral hemiplégica: um estudo observacional padronizado*. 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- CRUCIANELLI, L.L. *et al.* Bodily pleasure matters: velocity of touch modulates body ownership during the rubber hand illusion. *Front. Psychol*, 4: 703-709, 2013.
- CUTTING, J. Study of anosognosia. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*, 41: 548-55, 1978.
- DELLATOLAS, G. *et al.* Manual skill, hand skill asymmetry, and neuropsychological test performance in schoolchildren with spastic cerebral palsy. *Laterality*, 10, 161-182, 2005.
- DELUCA, S.C. *et al.* Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled, crossover trial. *J Child Neurol*, 21(11): 931-938. 2006.
- DOWNING, P.E. *et al.* A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293: 2470-2473, 2001.
- EHRSSON, H.H.; SPENCE, C.; PASSONGHAM, R.E. That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, 305: 875-877, 2004.
- EHRSSON, H.H. *et al.* Neural substrate of body size: illusory feeling of shrinking of the waist. *PLoS Biology*, 3: 137-149, 2005.
- EHRSSON, H.H. *et al.* Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own. *Brain*, 131, 3443-3452, 2008.
- EHRSSON, H.H.; GUTERSTAM, A.; PETKOVA, V.I. The illusion of owning a third arm. *Plos One*, 6: 1-11, 2011.
- FARRER, C. *et al.* Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. *Neuroimage*, 18: 324-333, 2006.

- FARRER, C.; FRITH, C. Experiencing oneself vs another person as being the cause of an action: the neural correlates of the experience of agency. *Neuroimage*, 15: 596-603, 2002.
- FERRI, F. *et al.* The body beyond the body: expectation of a sensory event is enough to induce ownership over a fake hand. *Proceedings of the Royal Society*, 280: 1140, 2013.
- FOGASSI L, *et al.* Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (area F4). *Journal of Neurophysiology*, 76: 141-157, 1996.
- FONTES, P.L.B.; HAASE, V.G. *Avaliação da percepção e representação do corpo em crianças com paralisia cerebral hemiplégica: elaboração e adaptação de um instrumento neuropsicológico.* 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- FONTES, P.L.B.; MOURA, R.; HAASE, V.G. Evaluation of body representation in children with hemiplegic cerebral palsy: toward the development of a neuropsychological test battery. *Psychology & Neuroscience*, 2:139-149, 2014.
- FOTOPOULOU, A. *et al.* The role of motor intention in motor awareness: an experimental study on anosognosia for hemiplegia. *Brain*, 131: 3432-3442, 2008.
- FRASSINETTI, F. *et al.* Body knowledge in brain-damaged children: a double-dissociation in self and other's body processing. *Neuropsychologia*, 50, 181-188, 2012.
- FRISTON, K. *et al.* Part two. Imaging neuroscience-theory and analysis. *In: Human Brain Function*, San Diego, p. 599-968, 2004.
- FRITH, C. The self in action: lessons of delusions of control. *Consciousness Cognition*, 14: 752-70, 2005.
- FRITH, C.D.; BLAKEMORE, S-J.; WOLPERT, D.M. Abnormalities in the awareness and control of action. *Philosophical Transactions Royal Society London Biological Sciences*, 355: 1771-8, 2000.
- GENTILE, G. *et al.* Cognitive/disintegration of multisensory signals from the real hand reduces default limb self-attribution: an fMRI study. *The Journal of Neuroscience*, 33:13350-13366, 2013.
- GIL, R. *Neuropsicologia.* 2nd ed. São Paulo: Santos, 2007.
- GODSCHALK, M. *et al.* Cortical afferents and efferents of monkey postarcuate area: an anatomical and electrophysiological study. *Exp Brain Research*, 56: 410-424, 1984.
- GOLDENBERG G. Body perception disorders. *In: Encyclopedia of the human brain.* Amsterdam: Elsevier Science, 1: 443-58, 2000.
- GRAHAM, K.T. *et al.* Deficits in agency in schizophrenia, and additional deficits in body image, body schema, and internal timing, in passivity symptoms. *Frontiers in Psychiatry*, 5: 118-126, 2014.
- HAANS, A.; IJSSELSTEIJN, W.A.; KORT, Y.A. The effect of similarities in skin texture and hand shape on perceived ownership of a fake limb. *Body Image*, 5:389-94, 2008.

- HEILMAN, K.M.; BARRET, A.M.; ADAIR, J.C. Possible mechanisms of anosognosia: a defect in self awareness. *Philosophical Transactions Royal Society Londres Biological Sciences*, 353: 1903-9, 1998.
- HIMMELMENN, K. *et al.* Gross and fine motor function and accompanying impairments in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 417-423, 2006.
- HOARE, B. *et al.* Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, v. 21, p. 675-685, 2007.
- HOUWINK, A. *et al.* A neurocognitive perspective on developmental disregard in children with hemiplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32: 2157-2163, 2011.
- HUNTER, P.; DAVIS, K. The effect of tactile and visual sensory inputs on phantom limb awareness. *Brain*, 126: 579-589, 2003.
- KAMMERS, M.P. *et al.* Is this hand for real? Attenuation of the rubber hand illusion by transcranial magnetic stimulation over the inferior parietal lobule. *Journal Cognition Neuroscience*, 21:1311-1320, 2009.
- KATZ, N.; CERMAK, S.; SHAMIR, Y. Unilateral neglect in children with hemiplegic cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 539-50, 1998.
- KOZEIS, N. *et al.* Visual function and visual perception in cerebral palsied children. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 27, 44-53, 2007.
- KREUTZER, J. S. *Encyclopedia of clinical neuropsychology*. New York: Springer, 2010.
- KRIGGER, K. W. Cerebral palsy: an overview. *American Family Physician*, 73, 91-100, 2006.
- LIU, X.; ROBERTSON, E.; MIALL, R.C. Neuronal activity related to the visual representation of arm movements in the lateral cerebellar cortex. *J Neurophysiol*, 89:1223-1237, 2003.
- LLOYD, D.M. *et al.* Pleasant touch moderates the subjective but not objective aspects of body perception. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7: 207-215, 2013.
- MAKIN, T.R.; HOLMES, N.P.; EHRSSON, H.H. On the other hand: dummy hands and peripersonal space. *Behavioral Brain Research*, 191: 1-10, 2008.
- MOSELEY, G.L. *et al.* Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 13169-13173, 2008.
- MURATA, A.; ISHIDA, H. Representation of bodily in the multimodal Parieto-premotor network. *In: Funahashi. Representation and Brain*, p. 151-176, 2007.
- MUTER, V.; TAYLOR, S.; VARGHA-KHADEM, F. A longitudinal study of early intellectual development in hemiplegic children. *Neuropsychologia*, 35(3), 289-298, 1997.
- ORFEI, M.D. *et al.* Anosognosia for hemiplegia after stroke is a multifaceted phenomenon: a systematic review of the literature. *Brain*, 130: 3075-90, 2007.

PEELEN, M.V.; DOWNING, P.E. Is the extrastriate body area involved in motor actions? *Nature Neuroscience*, 8(2): 125-126, 2005.

PEELEN, M.V.; DOWNING, P.E. The neural basis of visual body perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 8: 636-648, 2007.

PEREZ-MARCOS, D.; SANCHES-VIVES, M.; SLATER, M. It has been shown that with the rubber arm placed in an incongruent position the strength of the illusion decreases Is my hand connected to my body? The impact of body continuity and arm alignment on the virtual hand illusion. *Cognition Neurodyn*, 6:295-305, 2012.

PIRILA, S. Language and motor speech skills in children with cerebral palsy. *Journal of Communication Disorders*, 40, 116-128, 2007.

ROSENBAUM, A.R. *et al.* Altered sense of Agency in children with spastic cerebral palsy. *Biomedcentral Neurology*, 11: 150-162, 2011.

RUBENS, A.B.; GARRET, M.F. Anosognosia of linguistic deficits in patients with neurological deficits. In: PRIGATANO, G.P.; SCHACTER, D.L. (Ed.). *Awareness of deficit after brain injury: clinical and theoretical issues*. New York: Oxford University Press, 1991. p. 40-52.

SABBADINI, M. *et al.* Neuropsychological assessment of patients with severe neuromotor and verbal disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45, 160-179, 2001.

SCANDOLA, M. *et al.* Rubber hand illusion induced by touching the face ipsilaterally to adeprived hand: evidence for plastic “somatotopic” remappingin tetraplegics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8: 404-412, 2014.

SCHATZ, J. *et al.* Inhibition of return in children with perinatal brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 275-284, 2001.

SCHMAHMANN, J.D. *et al.* *MRI atlas of the human cerebellum*. San Diego, USA: Academic Press, 2001.

SCHUTZ-BOSBACH, S.; PEGGY, T.; WEISS, C. Roughness perception during the rubber hand illusion. *Brain Cognition*, 70:136-44, 2009.

SCHWARZLOSE, R.F.; BAKER, C.I.; KANWISHER, N. Separate face and body selectivity on the fusiform gyrus. *Journal of Neuroscience*, 25, 11055-11059, 2005.

SCHWOEBEL, J.; COSLETT, H.B. Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17: 543-553, 2005.

SHIMADA, S.; FUKUDA, K.; HIRAKI, K. Rubber hand illusion under delayed visual feedback. *PLoS One*, 4:61-75, 2009.

SIRIGU, A. *et al.* The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science*, 273: 1564-1568, 1996.

SIRIGU, A. *et al.* Perception of self-generated movement following left parietal lesion. *Brain*, 122: 1867-1874, 1999.

- SIRIGU, A. *et al.* Altered awareness of voluntary action after damage to the parietal cortex. *Nature Neuroscience*, 7:80-84, 2004.
- STRAUB, K.; OBRZUT, J. Effects of cerebral palsy on neuropsychological function. *Journal Developmental Physical Disabilitation*. 21: 153-167, 2009.
- SUTCLIFFE, T.L.; LOGAN, W.G.; FEHLINGS, D.L. Pediatric constraint-induced movement therapy is associated with increased contralateral cortical activity on functional magnetic resonance imaging. *J Child Neurol*, 24 (10):1230-1235, 2009.
- TAUB, E.; WOLF, S. Constraint induced movement techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Top Stroke Rehabil*, 3:38-61, 1997.
- TAUB, E. *et al.* Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics*, 113(2):305-312, 2004.
- TAYLOR, J.C.; WIGGETT, A.G.; DOWNING, P.E. Functional MRI analysis of body and body part representations in the extrastriate and fusiform body areas. *Journal of Neurophysiology*, 98: 1626-1633, 2007.
- TRAUNER, D.A. Hemispatial neglect in young children with early unilateral brain damage. *Developmental Medicine e Child Neurology*, 45:160-66, 2003.
- TSAKIRIS, M.; HAGGARD, P. The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology*, 31: 80-91, 2005.
- TSAKIRIS, M.; CONSTANTINI, M.; HAGGARD, P. The role of the right temporo-parietal junction in maintaining a coherent sense of one's body. *Neuropsychologia*, 46: 3014-3018, 2008.
- TSAKIRIS, M. *et al.* Neural correlates of body-ownership: a sensory network for bodily self-consciousness. *Cerebral Cortex*, 17: 2235-2244, 2007.
- TSAKIRIS, M. My body in the brain: a neurocognitive model of body-ownership. *Neuropsychologia*, 703-712, 2010.
- WANN, J. P. The integrity of visual-proprioceptive mapping in cerebral palsy. *Neuropsychologia*, 26, 1095-1106, 1991.
- WHITE, D. A.; CHRIST, S. Executive control of learning and memory in children with bilateral spastic cerebral palsy. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 920-924, 2005.
- WINTERMAN, M.C.A. *Comparing bodily illusions: the rubber hand illusion and the mirror illusion*. 2008. Tese. (Doutorado) – Universiteit Utrecht Masterprogramma Psychologie, Neuropsychologie. Departamento de Psicologia Holanda. 2008.
- WOLD, A. *et al.* Proprioceptive drift in the rubber hand illusion is intensified following 1Hz TM Sof the left EBA. *Frontiers in Neuroscience Human*, 8:390-402, 2014.
- WOLPERT, D.M; GHAHRAMANI, Z.; JORDAN MI. An Internal Model for Sensorimotor Integration. *Science*, 269: 1880-1882, 1995.

WOLPERT, D.M.; DOYA, K.; KAWATO, M. A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philos. Trans. R. Soc.* 358, 593-602, 2003.

WOLPERT, D.M.; GHAHRAMANI, Z. Computational principles of movement neuroscience. *Nat Neurosci*, 3:1212-1217, 2000.

ZIELINSK, IM. *et al.* Unravelling developmental disregard in children with unilateral cerebral palsy by measuring event-related potentials during a simple and complex task. *BMC Neurology*, 14: 1471-2377, 2014.

5 ESTUDOS EMPÍRICOS

A parte empírica da dissertação está dividida em dois estudos:

- 1) A Clássica Ilusão da Mão de Borracha, em que verificaremos os efeitos do paradigma da ilusão da mão de borracha em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com hemiparesia congênita;
- 2) A Percepção do Movimento, em que investigaremos se as crianças conseguem discriminar os movimentos autogerados e os movimentos gerados externamente. Isso nos permite verificar a capacidade de detecção dos mecanismos do feedback sensorial durante a execução do movimento.

5.1 Métodos

Os métodos apresentados são comuns aos dois estudos empíricos da dissertação.

5.1.1 Participantes

Participaram desse estudo crianças 37 crianças com PC do tipo hemiparético e 50 crianças com desenvolvimento típico, de ambos sexos. Os critérios de inclusão foram:

- (i) hemiparesia do membro superior direito ou esquerdo;
- (ii) idade entre 7 a 15 anos.

Os critérios de exclusão foram:

- (i) distúrbios comportamentais, tais como: Transtorno de atenção e hiperatividade desatento (TDAH desatento), Transtorno de Atenção e Hiperatividade/ impulsividade (TDAH hiperativo/ impulsivo), Transtorno de Atenção e Hiperatividade Combinado (TDAH combinado) e o Transtorno Desafiador Opositor (TDO). Esses distúrbios comportamentais foram avaliados através do questionário SNAP respondido pelos pais das crianças;

- (ii) déficit cognitivo grave, triado através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM);
- (iii) comprometimento grave de linguagem (ou seja, comunicação insuficiente) e
- (iv) presença de heminegligência visoespacial avaliada através do Teste do Cancelamento de Estrelas.

No grupo PCH foram coletados os dados de 37 crianças. No entanto, detectou-se que uma criança apresentava sintomas de TDAH e outras três, de TDO. Dessa maneira, quatro crianças com PCH foram excluídas da amostra.

As crianças com desenvolvimento típico foram recrutadas, através da Escola Estadual Marieta Brochado, em Belo Horizonte. O grupo de crianças com PCH foi recrutado, através da Associação Mineira de Reabilitação (AMR), do Ambulatório de Fisioterapia do Hospital São Camilo, do ambulatório de Terapia Ocupacional da Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais, Escola Pestalozzi, Associação de Pais e Amigos Excepcionais (APAE) de Betim e Santa Luzia e da Clínica de Fisioterapia Aquática.

5.2 Aspectos éticos

Este projeto foi submetido à avaliação e aprovado pela Câmara do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (FAFICH) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP-UFMG). O projeto, o termo de consentimento livre e esclarecido e o termo de assentimento foram aprovados pelo COEP-UFMG. Os próprios pesquisadores financiaram a pesquisa. Para obter a autorização de participação do grupo controle foi feito um contato prévio, pessoal e escrito com a direção da Escola Estadual Marieta Brochado. Após a autorização da escola, uma carta convite foi enviada aos pais dos alunos para esclarecer os objetivos da pesquisa. Somente participaram da pesquisa as crianças, cujos pais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Para o grupo clínico, os responsáveis foram abordados pelo examinador e receberam explicação sobre o estudo, além do termo de consentimento livre e esclarecido. Somente participaram do projeto as crianças cujos responsáveis concordaram em participar do estudo de maneira voluntária. Todos os responsáveis pelos participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A). O termo de assentimento foi usado para crianças acima de 12 anos de idade e foi obtido, principalmente, para garantir a autonomia das crianças (ANEXO B).

A pesquisa somente foi conduzida após aprovação do protocolo específico pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP-UFMG). Dessa forma, o protocolo e os procedimentos da pesquisa foram considerados compatíveis com os princípios da bioética. A pesquisa teve a aprovação do COEP – UFMG, no dia 02 de fevereiro de 2014 (Parecer nº. 519.477).

5.3 Instrumentos

Todos os participantes foram avaliados com os mesmos instrumentos. As características sociodemográficas foram avaliadas através do Critério Brasil. O funcionamento cognitivo geral foi triado através do MEEM. A presença de heminegligência visoespacial foi excluída através do Teste do Cancelamento de Estrelas.

5.3.1 Características sociodemográficas

Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB). O CCEB foi respondido pelos responsáveis pelas crianças que participaram do estudo. Esse critério é um sistema de classificação do público consumidor brasileiro e estima o poder de compra das pessoas. O CCEB é usado como uma medida de estratificação social e econômica e realiza a classificação feita com base na posse de bens. As classes definidas pelo CCEB são: A1, A2, B1, B2, C, D e E. Esse critério foi construído para definir grandes classes que atendam às necessidades de segmentação por poder aquisitivo (ABEP, 2012) (ANEXO C). Assim esse instrumento avalia o poder de compra da amostra, que pode se correlacionar com o nível educacional. Balen, Boeno e Liebel (2010) utilizaram o CCEB para verificar, também, o nível educacional de crianças e adolescentes.

5.3.2 Funcionamento cognitivo e psiquiátrico

SNAP. O questionário de Swanson, Nolan e Pelham (SNAP) avalia os sintomas de transtornos comportamentais, como TDAH desatento, TDAH hiperativo/ impulsivo, TDAH combinado e TDO. Este questionário foi construído com base nos sintomas descritos no Manual de Diagnóstico da Associação Americana de Psiquiátrica. A tradução foi validada pelo Grupo de Estudos do Déficit de Atenção da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pelo Serviço de Psiquiatria da Infância e Adolescência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2006 (ANEXO D). Estudos de Bolfer (2009) e Courel e Kieling (2012)

utilizaram o SNAP com objetivo de realizar uma triagem das crianças em idade escolar. Mattos *et al.* (2006) validou o instrumento no Brasil e demonstrou ser essa uma importante ferramenta para realização de pesquisas e para a prática clínica.

No presente estudo, o questionário foi respondido pelos pais ou responsáveis pelas crianças com desenvolvimento típico e pelos pais ou responsáveis pelas crianças com PCH. O SNAP possui quatro opções de respostas para cada afirmação, sendo: 0 = nem um pouco; 1 = um pouco; 2 = bastante; 3 = demais. Esse questionário apresenta os seguintes pontos de corte, quando respondido pelos professores e pais, respectivamente: TDAH desatento: 2,56/ 1,78; TDAH hiperativo/ impulsivo: 1,78/ 1,44; TDAH combinado: 2,0/ 1,67; TDO: 1,38/ 1,88. Assim, o SNAP foi incluído no estudo por ser, frequentemente, utilizado para detectar sintomas de transtornos de comportamento. Além disso, a sua consistência interna varia de bom para excelente (MATTOS *et al.*, 2006). A partir desse instrumento foram excluídas quatro crianças com PCH, uma delas apresentou sintomas de TDAH desatento e três crianças apresentaram sintomas de TDO.

Mini-Exame do Estado Mental. O MEEM é um teste de rastreio cognitivo cujo o uso é consolidado para a população adulta e idosa. Esse instrumento tem como objetivo avaliar as funções mentais da linguagem, orientação espacial e temporal, atenção, memória e praxia construtiva (FOLSTEIN *et al.*, 1975). Jain & Passi (2005) adaptaram e validaram o MEEM para crianças, desenvolvendo um sistema de escores para avaliar deficiências cognitivas em crianças de 3 a 14 anos. Jain & Passi (2005) modificaram o Mini Mental desenvolvido para adultos por FOLSTEIN *et al.*, (1975), porém mantiveram o modelo do sistema de escores (ANEXO E). Um estudo realizado por Andrade, Haase e Oliveira-Ferreira (2012) verificou que essa versão do MEEM consegue discriminar um grupo de crianças com hemiparesia, que apresentem menor probabilidade de deficiência intelectual, de um grupo de crianças com quadriparesia, com maior probabilidade de apresentar deficiência intelectual.

5.3.3 Percepção espacial

O teste de cancelamento de estrelas. Nesta tarefa a criança recebe uma folha de papel A4, onde estão dispostas, de forma pseudoaleatória, uma série de 52 estrelas. A tarefa da criança é cancelar cada uma das estrelas fazendo um determinado tipo de marca com o lápis. A medida dependente consiste no número de estrelas que a criança cancela de um lado da folha comparativamente ao outro. A presença de heminegligência espacial extrapessoal é evidenciada quando a criança deixa de cancelar estrelas de um lado da folha (HALLIGAN *et*

al., 1989) (ANEXO F). Manly *et al.* (2009) identificaram fidedignidade no instrumento, considerando, portanto, importante para detecção da heminegligência espacial. Dezoito crianças participaram do estudo citado e os autores buscaram evidências de fidedignidade por meio de gravações de vídeo. Essas gravações foram correlacionadas entre os escores obtidos no momento da avaliação. O teste-reteste foi outra técnica utilizada para avaliar a fidedignidade do instrumento.

6 MATERIAIS

Dois modelos de mãos de borracha foram confeccionados pela empresa alemã Otto Bock (www.ottobock.com.br). Os modelos foram confeccionados em tamanho real, representando uma mão direita e esquerda. Os modelos foram usados tanto para criar a ilusão da MB, quanto para verificar se as crianças conseguiam discriminar entre movimento autogerado, gerado externamente e ausência de movimento. As medidas antropométricas da mão de crianças entre 7 a 15 anos variam de 13 a 17,7 cm, levando em consideração o comprimento longitudinal da mão (linha do processo estilóide da ulna até a ponta do dedo máximo) e a largura da mão (linha metacarpofalangiana) (ESTEVES *et al.*, 2005). Dois modelos foram confeccionados, de tal forma que se assemelhassem à forma e tamanho da mão real de crianças na faixa etária do estudo (FIG. 1). Em virtude da miscigenação da população brasileira, a cor da MB foi confeccionada em uma tonalidade entre o branco e negro. Segundo Longo et al. (2008) características tais como a cor da pele não desempenham um papel determinante na geração da ilusão da MB. Além disso, a MB foi preenchida com poliuretano (FIG. 2) e, para facilitar o manuseio da mão protética foi adicionada uma haste plástica na parte proximal da prótese.

Figura 1 – Mão de borracha ao lado da mão de uma criança de 12 anos

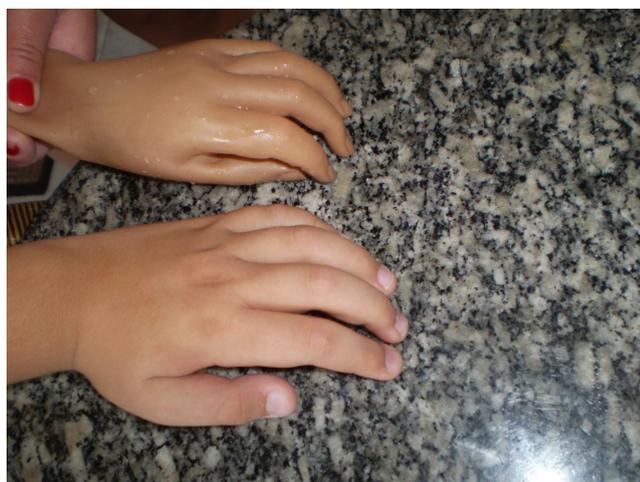


Figura 2– Prótese da mão de borracha direita e esquerda



A ilusão da mão de borracha foi investigada em dois experimentos. O primeiro experimento, Ilusão Clássica da MB, investiga os efeitos da ilusão da MB em crianças típicas e com PCH. O segundo Experimento, Percepção do Movimento, verifica a percepção da ação em crianças com PCH.

7 ESTUDO I: OS EFEITOS DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA EM CRIANÇAS COM DESENVOLVIMENTO TÍPICO E CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA

Cláudia Maria Monteiro de Freitas Teixeira¹, Ricardo José de Moura² e Vitor Geraldi Haase³

¹Mestranda do PPG em Neurociências /UFMG

²Professor Doutor Co-orientador do PPG Neurociências/UFMG

³Professor Doutor Orientador do PPG Neurociências/UFMG

7.1 Introdução

A paralisia cerebral (PC) é um termo usado para definir um grupo de sintomas motores principalmente secundários a uma lesão não progressiva do cérebro imaturo (WATKINS; ROSENBERG, 2002; MORRIS, 2007). A Paralisia cerebral hemiplégica (PCH) tem como característica a paresia espástica unilateral ou plegia, atribuíveis a uma lesão contralateral. No entanto, a definição moderna de PC vai além de déficits motores. Atualmente, a definição também inclui a presença de déficits sensoriais e de percepção, déficit cognitivo e de aprendizagem ou distúrbios comportamentais, frequentemente acompanhados dos déficits motores (BAX *et al.*, 2005; MORRIS, 2007).

As observações clínicas indicam que muitas crianças com PCH apresentam alterações funcionais no membro superior hemiparético que se assemelham a distúrbios de negligência motora encontradas em adultos com hemiplegia adquirida. O termo “*developmental disregard*” (DD) foi proposto para caracterizar uma incapacidade de utilizar as funções motoras potenciais e as capacidades do membro afetado, espontaneamente, nas suas tarefas cotidianas (HOUWINK *et al.*, 2011). Nas tarefas bimanuais, estas crianças frequentemente não conseguem envolver o membro hemiparético como suporte para o membro saudável, um comportamento que é semelhante à negligência motora (PUNT; RIDDOCH, 2006). Em uma tarefa como amarrar cadarços, eles não conseguem usar a mão paralisada como um dispositivo de apoio. Em outras circunstâncias, as crianças ignoraram o membro superior afetado, que permanece passivo e, por vezes, em posições incômodas e pouco funcionais (FONTES; MOURA; HAASE, 2014). Houwink *et al.* (2011) sugerem que o déficits de atenção e falta de automatização podem estar relacionados ao desuso do

membro, mas estas observações sugerem também que a representação do corpo pode estar prejudicada em crianças com PCH.

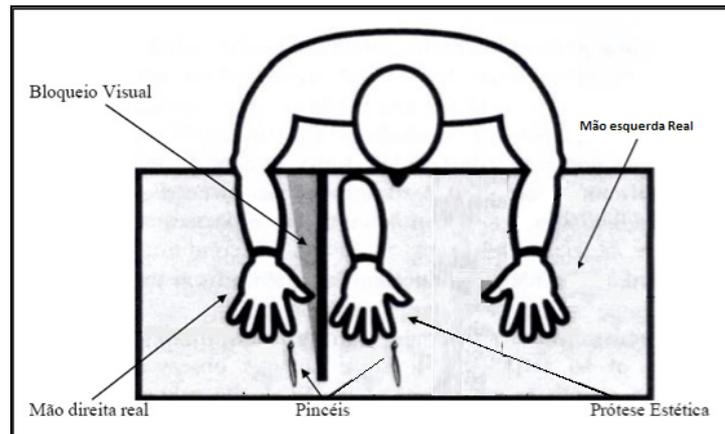
As referências a distúrbios de representação do corpo também foram encontradas na literatura mais antiga (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969). Segundo esses autores, as crianças com PCH parecem ignorar o membro afetado ou não têm consciência disso e não são capazes de olhar para o membro paralisado ou até mesmo usá-lo. Ajuriaguerra e Stucki (1969) afirmaram que os déficits funcionais do membro afetado, apresentados por crianças com PCH, não podem ser completamente explicados por dificuldades motoras. Essas representações corporais envolvidas no movimento e na percepção do membro podem ser de três tipos: a imagem corporal, a descrição estrutural do corpo e o esquema corporal (SIRIGU *et al.*, 1996).

Para investigar a hipótese de que o fenômeno do desuso do membro parético pode ter influência sobre o déficit de representação corporal, utilizaremos o paradigma da ilusão da mão de borracha (MB).

O paradigma da ilusão da MB tem um impacto crítico na compreensão de como o cérebro organiza a própria representação corporal (SHIMADA *et al.*, 2009; SCANDOLA *et al.*, 2014). A ilusão da MB é capaz de provocar mudanças na percepção da consciência corporal, que pode potencialmente ser usado como uma ferramenta para entender melhor o conceito do corpo e sua representação e o funcionamento do cérebro (PEREZ *et al.*, 2012). Esse paradigma é uma das poucas maneiras viáveis de realizar uma investigação científica da propriedade do corpo, porque permite que um objeto externo possa ser tratado, não só com um simples reconhecimento, mas como parte do corpo (TSAKIRIS, 2010). Além disso, comprova-se, através da ilusão da MB, que as representações do corpo são maleáveis e podem ser atualizadas através dos estímulos externos, utilizando-se da integração dos estímulos sensoriais (APPS; TSAKIRIS, 2014).

Em 1998 Botvinick e Cohen construíram um paradigma experimental, denominado *Rubber Hand Illusion* (Ilusão da Mão de Borracha), para avaliar a integração sensorial (FIG. 1). Os pesquisadores criaram uma situação de ilusão, em que se produz uma distorção da posição manual pela estimulação, em sincronia, de uma mão verdadeira e uma mão de borracha (MB). Os participantes têm acesso visual à MB. No estudo, os participantes passaram a reconhecer a MB como sendo a sua própria mão, após alguns segundos de estimulação tátil.

Figura 1 – Representação da Rubber Hand Illusion



Fonte: (adaptado de Botvinick e Cohen, 1998).

Botvinick e Cohen, (1998) ressaltam algumas variáveis necessárias para ocorrer a ilusão da MB, como a propriocepção e a sincronia do estímulo tátil (BOTVINICK; COHEN, 1998). Tsakiris (2010) mostrou que, após a estimulação visuotátil de forma sincrônica (estímulo tátil realizado ao mesmo tempo e no mesmo ritmo), os indivíduos indicam a posição da sua mão real mais perto da MB do que realmente estava. Em contrapartida, quando o estímulo é realizado na condição assíncrona (estímulo tátil realizado de forma atemporal, arritmada e desorganizada) não se verifica o efeito da ilusão da MB. (FARRER; FRITCH 2002; FARRER *et al.* 2006; ARZY *et al.*, 2006; EHRSSON *et al.*, 2008; TSAKIRIS *et al.*, 2008; KAMMER *et al.* 2009; FERRI *et al.*, 2013). Além disso, para que a ilusão da MB ocorra é importante que a mão protética esteja localizada em um local compatível com a postura do participante (BODMANN *et al.*, 2014).

As representações corporais que estão presentes na ilusão da MB são:

- 1) a descrição estrutural do corpo (uma representação da forma visual das partes do corpo e das suas inter-relações) e
- 2) esquema corporal (de natureza proprioceptiva, inconsciente, *on line* e automática, que fornece as informações que se fazem necessárias, instante a instante, para programar os movimentos e conferir uma sensação de integridade, persistência e posse do corpo) (GRAHAM *et al.*, 2014).

A ilusão da MB mostra que a descrição estrutural do corpo pode, sob determinadas condições, predominar em relação ao esquema corporal (EHRSSON *et al.*, 2004). Portanto, o paradigma da ilusão da MB evidencia que existe uma interação entre duas

formas de representação corporal, na qual uma delas (a visual) pode sobrepor a outra (a proprioceptiva) (LLOYD, 2007).

O estudo procura responder a duas questões:

- 1) Se a ilusão da MB está presente em crianças com desenvolvimento típico e
- 2) Se essa ilusão também está presente em crianças com hemiplegia congênita, caso a resposta da primeira questão seja afirmativa.

Caso a ilusão da MB seja desencadeada normalmente em crianças com hemiplegia congênita, pode-se inferir uma integridade funcional dos dois tipos de representação corporal envolvidos no paradigma: a descrição estrutural visual do corpo e o esquema corporal. Por outro lado, uma atenuação ou ausência da ilusão da MB nas crianças com hemiparesia congênita pode ser interpretada como evidência de comprometimento de ao menos uma das formas de representação corporal recrutadas no experimento, ou da interação entre os dois tipos de representação.

7.2 Métodos

Os métodos foram descritos nas páginas 43 a 49.

7.2.1 Instrumentos

Representação do corpo através da mão de borracha

A presença da ilusão da MB foi avaliada por meio de duas medidas de desfecho, a distância MR-MB, medida por uma régua e o Questionário de Distorção Proprioceptiva.

Distância entre a mão real e a mão de borracha. Assim como no estudo realizado por Cascio *et al.* (2012), foram realizadas medidas entre a distância da mão real e a mão de borracha (distância MR-MB). Essa medida foi feita através de uma régua que estava localizada em cima da caixa que escondia a mão real do participante. A medida da distância MR- MB foi feita antes de iniciar cada condição (medida pré teste) e após o estímulo de cada condição (medida pós teste). O participante apontava, de olhos fechados, para a régua o local que acreditava estar situado o seu dedo indicador escondido. A diferença da distância entre as localizações apontadas no pré e no pós-teste foram calculadas.

Questionário de Distorção Proprioceptiva. O questionário de Distorção Proprioceptiva é a medida mais utilizada para avaliar a intensidade da ilusão da MB nos participantes. Ele é composto por nove enunciados sobre os efeitos experimentais específicos e está relacionado com a ilusão da MB. Os itens são respondidos através de uma escala *Likert* que vai de -3 à +3, sendo que -3 significa “discordo fortemente” e +3 “concordo fortemente” (ANEXO G). Ao comparar os vários estudos que têm utilizado o instrumento, verificou-se que os indivíduos que apresentavam os efeitos da ilusão da MB, concordavam fortemente aos enunciados do questionário (HAANS *et al.*, 2012). O estudo de Cascio *et al.*, (2012) utilizou o paradigma da ilusão da MB em crianças e o questionário citado acima. A fim de investigar se o questionário poderia ser usado no presente estudo, foi feito um estudo piloto. Sete crianças com desenvolvimento típico com idades de 7 a 13 anos participaram desse estudo. Essas crianças foram estimuladas em duas condições:

- 1) Condição sincrônica (estímulo tátil realizado na mão real escondida e MB de forma ritmada e temporal);
- 2) Condição Assincrônica (estímulo tátil realizado na mão real escondida e MB de forma arrtimada e em diferentes tempos).

Além disso, esse estudo piloto nos orientou a definir o tempo da estimulação tátil e o posicionamento da mão real e MB.

7.3 Setting experimental

7.3.1 Experimento ilusão clássica da MB

O Experimento foi realizado em uma sala com ambiente tranquilo e bem iluminado, composto por uma mesa, com altura compatível com a idade dos participantes (em uma posição confortável, com os cotovelos sobre a mesa) (FIG. 2 e 3). Nessa mesa foram posicionados a MB, a régua e o anteparo. Duas cadeiras foram utilizadas, uma para a criança e a outra para o examinador. A mesa foi posicionada entre as duas cadeiras. A MB foi colocada medialmente, paralela, congruente e a 20 cm da mão não estimulada. Tsakiris (2010), ao investigar os efeitos da ilusão da MB, considerou que, quando a distância entre as duas mãos (MB e a mão real não estimulada) está perto de 17.5cm a 20 cm, fortes avaliações da ilusão são evidenciadas. A mesma autora verificou que a intensidade da ilusão da MB decai significativamente quando a distância excede 30 cm.

Para o estudo foi utilizada uma caixa de madeira para esconder a mão real do participante, obstruindo, dessa forma a visão da criança, temporariamente. A medida da caixa foi de: 25,5 cm de comprimento; 13,5 cm de largura e 16,4 cm de altura (ANEXO H). Um pano preto foi utilizado para cobrir os braços dos participantes. Além disso, dois pincéis de ponta grossa foram utilizados para realizar o estímulo tátil na MB e na mão real. Uma régua foi usada para calcular a distância entre a MR-MB.

Figura 2 – *Setting* do experimento 1



Caixa para esconder a mão do participante. MB posicionada paralelamente à caixa. A régua foi colocada sobre a caixa para medir a distância MR-MB. Pincéis usados para estimulação tátil

Figura 3 – *Setting* do experimento 1 (vista superior)

A figura mostra a posição da régua para realizar a medida da distância MR-MB; os dois pinças que foram utilizados para estimular de forma tátil a MB e a mão escondida dentro da caixa de madeira.

7.4 Estudo piloto

Sete crianças com desenvolvimento típico com idades de 7 a 13 anos participaram do estudo piloto. O estudo piloto teve como objetivo verificar a adequação da tarefa da mão de borracha. Além disso, investigamos se as crianças compreendiam o questionário de distorção proprioceptiva e determinamos as distâncias em que a MB e a mão real deveriam ser posicionadas. Como resultado, percebemos que as crianças tiveram um bom entendimento do questionário, diferenciando suas respostas de acordo com as condições de estimulação sincrônica e assíncrona. Na condição sincrônica (estímulo realizado de forma ritmada e temporal), as crianças concordaram fortemente com as declarações do questionário. E na condição assíncrona (estímulo realizado de forma arritmada e em diferentes tempos) as crianças discordaram fortemente das declarações.

Em relação à distância MR-MB, foi observado que, após o estímulo tátil na condição sincrônica as crianças do estudo piloto apontavam a MB como sendo suas próprias mãos. Esse resultado não foi verificado na condição assíncrona.

7.5 Experimento da ilusão clássica da MB

O experimento investiga se as crianças com desenvolvimento típico e as com PCH apresentam a ilusão da MB. O estudo apresenta como variáveis dependentes o questionário de distorção proprioceptiva e as medidas da distância MR-MB. O estudo apresenta como variável independente o tipo de estímulo: sincrônico e assincrônico. As variáveis intervenientes foram: sexo, idade e nível socioeconômico.

Os participantes se sentavam, confortavelmente, em frente a uma mesa e o examinador se posicionava à frente da criança. A caixa de madeira foi posicionada em cima da mesa e ao lado do participante, e a régua foi colocada em cima da caixa. Foi solicitado às crianças que posicionassem a mão dentro da caixa. Nesse momento, a criança não podia mais visualizar a sua mão (FIG. 4 e 5). A MB foi posicionada medialmente à mão real escondida. Diante disso, o examinador verificava o posicionamento das mãos para iniciar os estímulos táteis. O participante foi instruído a olhar para a MB durante toda estimulação ao ser submetido aos dois tipos de condição, explicados abaixo:

- 1) Estímulo tátil sincrônico, em que o pincel estimulava a mão real e a de borracha no mesmo ritmo e tempo;
- 2) Estímulo tátil assincrônico, em que o pincel estimulava a mão real e a de borracha em ritmo e tempo diferentes.

O tempo de cada estímulo realizado com o pincel era de 1 minuto e 30 segundos.

O experimento foi iniciado solicitando ao participante fechar os olhos e apontar na régua onde ele acreditava que o seu dedo indicador se encontrava. Logo após o julgamento da posição do seu dedo, o examinador iniciava o estímulo tátil na condição 1. Após o estímulo, foi solicitado ao participante que fechasse novamente os olhos e apontasse, na régua, onde estaria localizado o seu dedo indicador. Após registrar as medidas da distância da MR-MB, os participantes respondiam ao questionário de distorção proprioceptiva. Esse procedimento foi repetido na condição 2.

Figura 4 – Experimento 1. Mão esquerda da criança escondida na caixa



MB posicionada medialmente à mão escondida. Mão direita da criança posicionada à 20 cm da MB.

Figura 5 – Experimento 1 com estímulo dos pincéis no dedo indicador da mão escondida e no dedo indicador da MB



7.6 Análises estatísticas

Para investigar a presença do efeito da mão de borracha nas crianças com desenvolvimento típico e nas crianças com hemiplegia, foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas, incluindo os fatores hemiplegia (hemiplégico direito, hemiplégico esquerdo e crianças com desenvolvimento típico) e condições (sincrônico e assincrônico). Em

todos os modelos testados, a idade da criança foi incluída como covariável. Análises *post-hoc* foram feitas através de ANOVAS com correção para comparações múltiplas ou testes *t*.

7.7 Resultados

7.7.1 Caracterização sociodemográfica e neuropsicológica da amostra

A amostra final do estudo foi composta por 83 crianças (54,2% do sexo feminino), como mostra a Tabela 1. As idades da amostra variaram entre 7 e 15 anos. Os três grupos não apresentaram diferenças significativas em relação à distribuição do sexo ($X^2 = 1,16$; $p = 0,55$), mas apresentaram uma diferença marginalmente significativa em relação à idade ($F[2, 82] = 3,07$; $p = 0,05$). Em função desse resultado a idade das crianças foi inserida como covariável em todos os modelos de ANCOVA.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

| Variável | N | % |
|-----------------------------|----|------|
| Sexo | | |
| Masculino | 38 | 45,8 |
| Feminino | 45 | 54,2 |
| Hemiparesia | | |
| Ausente | 50 | 60,2 |
| Presente | 33 | 38,9 |
| Nível socioeconômico | | |
| A2 | 2 | 2,4 |
| B1 | 11 | 13,3 |
| B2 | 21 | 25,3 |
| C1 | 32 | 38,6 |
| C2 | 16 | 19,3 |
| D | 1 | 1,2 |

Ao todo, 33 crianças apresentavam diagnóstico prévio de PCH realizado por um médico neurologista. Dessas 33 crianças, 17 apresentaram hemiparesia do lado direito e 16 do lado esquerdo. Além disso, a maior parte da amostra foi categorizada, de acordo com o Critério Brasil, nos níveis B2 e C1. Isso significa que a renda familiar média é de aproximadamente R\$ 2.300,00. Esse critério avalia o poder de compra da amostra, que pode se correlacionar com o nível educacional (ABEP, 2012).

A caracterização neuropsicológica da amostra é apresentada na Tabela 2. Em relação ao teste de cancelamento das estrelas, tanto as crianças do grupo controle quanto as crianças com PCH conseguiram assinalar todas as estrelas nas duas extremidades do papel. Dessa forma, não houve na amostra crianças que apresentassem heminegligência espacial.

Tabela 2 – Caracterização neuropsicológica da amostra

| Variável | Mín | Máx | Média (dp) / n (%) [*] / escore (%) ^{**} | | | |
|---------------------------------|-----|----------|--|---------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Geral | Hemiparesia Direita | Hemiparesia Esquerda | Desenvolvimento Típico |
| SNAP | | | | | | |
| a) N abaixo do ponto de corte | | | | 18 (90) | 15 (88) | 50 (100) |
| b) TDA Hiperativo/impulsivo | | | | 0 (0) | 1 (6) | 0 (0) |
| c) TDO | | | | 2 (10) | 1 (6) | 0 (0) |
| MEEM | 13 | 37 | 32.0 (4,4) | 31,35 (6,6) | 30,76 (4,8) | 32,64 (2,8) |
| Teste cancelamento das estrelas | - | 52 (100) | | 52 (100) | 52 (100) | 52 (100) |

Legenda. dp = desvio-padrão.

* aplicável para as variáveis do SNAP.

** aplicável o Teste de cancelamento das estrelas.

Em relação à presença de sintomas psiquiátricos, a grande maioria dos participantes apresentou classificação SNAP abaixo do ponto de corte (95,4%). Esse questionário apresenta os seguintes pontos de corte, quando respondido pelos pais ou responsáveis, que foi o caso da pesquisa: TDAH desatento: 1,78; TDAH hiperativo/impulsivo: 1,44; TDAH combinado: 1,67; TDO: 1,88. No entanto, três crianças hemiparéticas apresentaram escores compatíveis com TDAH e uma criança desse mesmo grupo apresentou escores compatíveis com TDO, e foram, portanto, excluídas das análises estatísticas subsequentes.

7.7.2 A ilusão clássica da MB

Esse experimento investigou a presença da ilusão da MB em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com PCH, por meio de duas medidas de desfecho, a distância entre a mão real e a mão de borracha (MR-MB) e o Questionário de Distorção Proprioceptiva.

7.7.3 Distância entre MR-MB

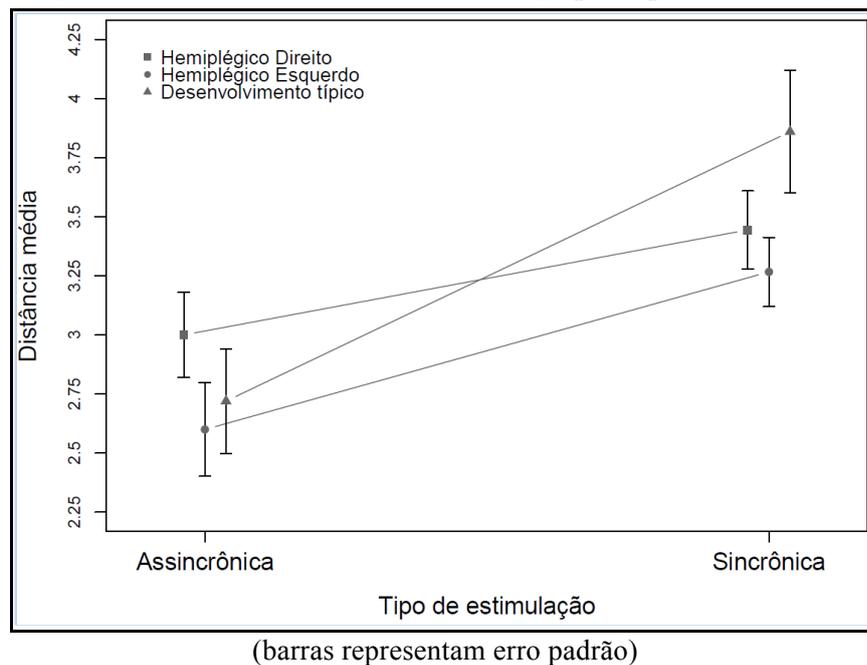
A análise das distâncias entre a MR-MB, revelou uma maior aproximação da MB quando os membros foram estimulados de forma sincrônica do que de forma assíncrona (TAB. 3).

Tabela 3 – Distância MR-MB nas condições sincrônica e assíncrona

| Condição Experimental | Mín | Máx | Média (dp) | | | |
|-----------------------------|-----|-----|------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Total | Hemiparesia Direita | Hemiparesia Esquerda | Desenvolvimento Típico |
| Estimulação Sincrônica (cm) | 0 | 9 | 3.6 (2,03) | 3,30 (1,49) | 3,41 (1,41) | 3,86 (2,36) |
| Estímulo Assíncrono (cm) | 0 | 8 | 2.8 (1,95) | 2,85 (1,69) | 2,94 (2,13) | 2,72 (2,02) |

A fim de avaliar a significância dessas modificações na distância, uma ANOVA de medidas repetidas foi conduzida, utilizando o tipo de estimulação (sincrônica e assincrônica) como fator intra-sujeitos, e grupo (Hemiplégico direito, Hemiplégico esquerdo e Desenvolvimento típico) como fator intergrupo. A idade (em anos) foi inserida como covariável no modelo de ANOVA, a fim de garantir que os efeitos não sejam influenciados por diferenças nas idades dos participantes. Os resultados revelaram um efeito principal significativo do fator estimulação ($F[1; 79] = 4,14; p = 0.04, \eta_p^2 = 0,05$), indicando que as médias das distâncias entre a MR-MB são significativamente maiores durante a condição de estimulação sincrônica. Entretanto, o efeito principal de grupo ($F[2; 79] = 0,40; p = 0.67, \eta_p^2 = 0,01$) e a interação entre grupo e estimulação ($F[2; 79] = 0,31; p = 0.74, \eta_p^2 = 0,01$) não atingiram significância estatística e mostraram magnitudes de efeito muito fracas ($\eta_p^2 < 0,03$), sugerindo, assim, que o efeito significativo do fator estimulação é semelhante nos três grupos de crianças investigados. O efeito da covariável idade também não atingiu significância estatística, e tampouco interagiu com as demais variáveis do modelo (todos os p 's > 0.05), mostrando que o desempenho das crianças não foi influenciado pela idade das mesmas. A Figura 6 representa os valores médios de distância em função desses dois fatores, para cada um dos grupos de crianças.

Figura 6 – Distância média de acordo com grupo e tipo de estimulação

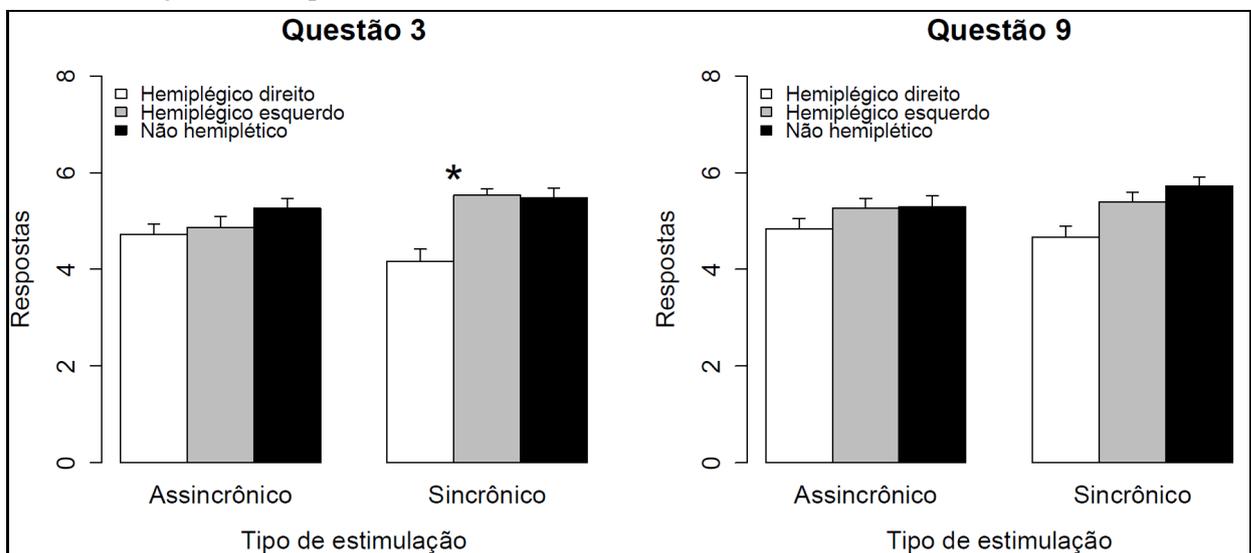


A inspeção visual da Figura 6 indica que, apesar de a interação entre os fatores tipo de estimulação e grupo não ser significativa, houve uma tendência nesse sentido, uma vez que as crianças com desenvolvimento típico mostraram médias na condição síncrona maiores que as observadas nos grupos de crianças com PCH. Para investigar em mais detalhes essa tendência de interação entre grupo e tipo de estimulação, a ANOVA reportada anteriormente foi reconduzida, separadamente, para cada grupo de criança, mantendo apenas o fator tipo de estimulação. Para o grupo de crianças com hemiplegia à direita, a análise não mostrou um efeito significativo do tipo de estimulação ($F[1; 17] = 0,61; p = 0,44, \eta_p^2 = 0,03$), ou seja, as distâncias médias registradas durante a condição síncrona não foram diferentes daquelas registradas durante a condição assíncrona. Da mesma forma, no grupo de crianças com hemiplegia à esquerda, a análise mostrou que as distâncias registradas durante a condição de estimulação síncrona não diferem significativamente daquelas observadas durante a condição assíncrona ($F[1; 14] = 1,92; p = 0,18, \eta_p^2 = 0,12$). No entanto, apesar de não ser significativo, a magnitude desse efeito foi alta ($\eta_p^2 > 0,09$), e notoriamente maior do que o observado nas crianças com hemiplegia à direita. Por fim, para o grupo de crianças com Desenvolvimento Típico, a análise mostrou um efeito significativo do tipo de estimulação ($F[1; 49] = 9,59; p < 0,01, \eta_p^2 = 0,16$), mostrando assim que a distância indicada por estas crianças foi significativamente maior na condição síncrona em comparação com a condição assíncrona e que, em função disso, essas crianças experimentaram uma ilusão da mão de borracha significativamente robusta.

7.7.4 Avaliação do questionário

Estudo realizado por Cascio *et al.* (2012) demonstrou, na questão 3 do questionário de distorção proprioceptiva, que avalia a propriedade da mão de borracha (“Eu senti como se a mão de borracha fosse a minha mão”), diferenças significativas entre as condições sincrônica e assincrônica. Novaes *et al.* (2011) verificaram as mesmas diferenças significativas nas questões 3 e 9 (“A mão de borracha começou a se assemelhar com minha mão real, em termos de formato, de tonalidade de pele, sardas ou outros aspectos visuais”). Os autores desses estudos sugerem que essas questões reafirmam fortemente a presença da ilusão da MB nos indivíduos avaliados. Dessa forma, realizamos uma investigação específica desses dois itens, representada na Figura 7. Em seguida, para verificar se os grupos de crianças apresentaram diferenças em relação à percepção subjetiva da ilusão da mão, foi conduzida uma ANOVA de medidas repetidas, utilizando como variável dependente as respostas dadas no questionário e incluindo a idade como covariável. Os resultados apontaram a presença de um efeito do tipo de estimulação ($F[1; 78] = 4,0; p < 0,05, \eta_p^2 = 0,05$), mostrando que as respostas foram significativamente diferentes nos questionários que seguiram a condição sincrônica e assincrônica. De uma maneira geral, os participantes concordaram mais fortemente com as declarações no questionário quanto à percepção subjetiva da ilusão da MB na condição sincrônica. No entanto, não foram significativos os efeitos de grupo ($F[2; 78] = 2,09; p = 0,13, \eta_p^2 = 0,05$) e nem a interação entre tipo de estimulação e grupo ($F[1; 78] = 0,80; p = 0,45, \eta_p^2 = 0,02$).

Figura 7 – Respostas das declarações 3 e 9 nos estímulos sincrônico e assíncrono



Para o questionário aplicado após a condição de estimulação assíncrona, uma ANOVA comparando as respostas dadas na questão 3 (incluindo a idade como covariável) mostrou uma diferença significativa entre os três grupos de crianças ($F[2; 79] = 5,22; p < 0,01, \eta_p^2 = 0,11$). Análises de post-hoc indicaram que os grupos Desenvolvimento Típico e Hemiplégico esquerdo apresentaram desempenhos semelhantes ($p > 0,05$), mas com escores significativamente maiores aos do grupo Hemiplégico direito ($p = 0,02$). Na condição assíncrona da questão 3, assim como na questão 9 das duas condições, não foram observadas diferenças de grupos significativas (todos os p 's $> 0,05$).

7.8 Discussão

A representação do corpo de crianças com desenvolvimento típico e crianças com PCH foi investigada através da ilusão da mão de borracha, usando uma medida quantitativa (distância da MR-MB) e uma medida qualitativa de autorrelato (Questionário de distorção Proprioceptiva). Verificamos a presença da ilusão da MB em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com PCH com objetivo de investigar a representação da descrição estrutural e o esquema corporal dessas crianças. Além disso, nesse experimento foi possível verificar se a intensidade dessa ilusão é diferente nos dois grupos de crianças. Para isso, foram utilizados estímulos táteis em duas condições experimentais: estimulação síncrona e assíncrona.

Resultados importantes foram observados em ambas medidas. Os resultados serão investigados em mais detalhe, levando em consideração os efeitos da ilusão da MB para cada grupo.

No experimento foi verificado uma média maior da distância entre a MR-MB na condição síncrona, quando comparada à condição assíncrona, para os três grupos. Porém, ao se verificar cada grupo separadamente, a média da distância MR-MB nos grupos hemiplégico direito e esquerdo não variou em relação às duas condições, citadas. Podemos inferir, no entanto, que esses dois grupos de crianças com PCH direito e esquerdo não foram capazes de diferenciar as condições de estimulação. O grupo com desenvolvimento típico, por outro lado, foi capaz de diferenciar os estímulos recebidos, uma vez que a média da distância MR-MB foi significativamente diferente. Observamos, dessa maneira, a ocorrência da ilusão da MB no grupo com desenvolvimento típico.

Em relação ao questionário de Distorção Proprioceptiva, especificamente na questão 3 os resultados apontaram para o fato de que as respostas foram significativamente diferentes nos questionários que seguiram a condição sincrônica e assincrônica. Na condição sincrônica, os grupos com desenvolvimento típico e hemiplégico esquerdo apresentaram desempenhos semelhantes.

7.8.1 Ilusão da mão de borracha no desenvolvimento típico

Os resultados do presente estudo indicam que as crianças com desenvolvimento típico apresentam a ilusão da MB. Para essas crianças, a visualização da MB, no estímulo sincrônico, favorece a incorporação da falsa mão como parte do próprio corpo. No primeiro experimento foi mostrado, durante estimulação sincrônica, que a mão do participante foi deslocada para próximo da mão falsa, evidenciando um senso de propriedade sobre a mesma. Estes efeitos foram evidentes tanto nas medidas apontadas na régua nos pré e pós testes, quanto no questionário aplicado sobre a distorção proprioceptiva e em reações espontâneas (comentários como: “Isso é como a minha mão!”). Essa ilusão foi menor ao serem submetidos à condição assíncrona, na qual os resultados demonstram que a distância entre a MR-MB diminuiu. Nessa condição, os participantes apontavam, no pós teste, o seu próprio dedo indicador e não o da MB. Esses resultados demonstram que as crianças apresentam respostas diferenciadas nas condições sincrônica e assíncrona. Resultados semelhantes foram reportados no estudo de Zmyj *et al.* (2011), em que sugerem que as crianças podem ser capazes de distinguir entre os sinais sensoriais nas condições sincrônica e assincrônica. Da mesma forma, no estudo realizado por Folegatti *et al.* (2012) em adultos, foi identificado uma maior média na distância durante a condição sincrônica em comparação com a assíncrona. Cascio *et al.* (2012) verificaram a mesma diferença relativa ao tipo de estimulação sensorial ao investigar crianças com desenvolvimento típico.

Portanto, a presença da ilusão da MB nos resultados até aqui apresentados deixa claro que a existência da descrição estrutural do corpo está preservada nessas crianças, assim como, a sobreposição dessa representação estrutural sobre o esquema corporal.

Outra evidência importante para a ocorrência da ilusão da MB nas crianças com desenvolvimento típico é o questionário de distorção e propriocepção. O questionário aplicado nos participantes após cada condição de estimulação identificou uma diferença significativa na questão 3, que aborda a propriedade da mão de borracha (“Eu senti como se a mão de borracha fosse a minha mão”). Estudos realizados por Novaes *et al.* (2011) e Cascio *et*

al. (2012) reportaram resultados semelhantes. No presente estudo, as crianças com desenvolvimento típico apresentaram um índice de concordância maior com as declarações dessa questão após a condição de estimulação sincrônica. Esse resultado sugere, mais uma vez, que essas crianças apresentam uma integridade da sua descrição estrutural do corpo e esquema corporal ao incorporar a MB ao seu próprio corpo.

Tsakiris (2010) propõe, no modelo neurocognitivo da ilusão da MB, que a primeira ocorrência para se ter a ilusão da MB é a visualização do objeto. Para isso, o indivíduo deve visualizar a forma do objeto como um modelo do corpo pré-existente que contenha uma descrição de referência visual, anatômica e estrutural às propriedades do corpo. Nesse experimento, fica claro que as crianças com desenvolvimento típico entre 7 a 15 anos já apresentam conexões entre áreas visuais e somatossensoriais desenvolvidas, ou seja, a representação da descrição estrutural do corpo e esquema corporal estão presentes. Esses resultados são semelhantes ao estudo realizado por Cowie *et al.* (2013) que conclui que a presença da ilusão da MB em crianças com desenvolvimento típico, está relacionada a um amadurecimento das conexões entre áreas visuais e somatossensoriais, a partir dos 4 anos de idade.

Além disso, com o experimento da ilusão da MB, os indivíduos cuja descrição estrutural do corpo e esquema corporal são preservados, apresentam os efeitos do paradigma da ilusão da MB, favorecendo que um objeto externo possa ser incorporado ao seu próprio corpo. A consequente implicação disso é o fato de que esses indivíduos apresentam uma percepção corporal mais flexível, ou seja, são capazes de se adaptar às modificações ambientais e realizar os reajustes da representação do seu corpo mais facilmente (PETKOVA; EHRSSON, 2009). Concluímos, dessa forma, no estudo 1, que as crianças com desenvolvimento típico apresentam capacidade para realizar reajustes dos estímulos externos e apresentam integridade na representação do corpo.

7.8.2 Ilusão da mão de borracha e PCH

Através da análise das medidas da distância entre MR-MB foi constatado que, ao contrário do que fora observado nas crianças com desenvolvimento típico, a distância da mão das crianças com PCH não foi influenciada significativamente pelas duas formas de estimulação sensorial. Ainda assim foi possível verificar um aumento da média dessa distância na condição sincrônica. Ao verificar a Figura 6, observa-se que essa tendência do aumento da distância foi muito semelhante ao do grupo com desenvolvimento típico, apesar

de não ter sido significativa. Essas crianças apresentaram um efeito do tipo de estimulação, mas um efeito que foi mais fraco.

É possível inferir, a partir desses resultados que as crianças com PCH, por terem sofrido uma lesão no cérebro imaturo, podem apresentar a ocorrência de uma plasticidade, possibilitando uma reorganização das áreas responsáveis para a integração sensorial que auxilia na percepção corporal. Essa conclusão parte do estudo realizado por Depreester e Knockaert (2005) que sugere que em casos neurológicos como um AVE esses indivíduos podem apresentar a ilusão da MB, justificando a plasticidade do cérebro e a reorganização central do hemisfério intacto. Os mesmos autores sugerem que podem ocorrer mudanças plásticas nas áreas multissensoriais do córtex parietal posterior que integram a informação tátil das mãos com a informação visual. Resultados reportados pelo estudo de Akshoomoff *et al.* (2002), concluíram que crianças com lesão cerebral unilateral são mais capazes de reorganizar uma lesão cerebral, se comparadas à indivíduos que apresentam uma lesão mais tarde, depois que as redes neurais foram estabelecidas. Verificamos, dessa forma, que a criança que apresenta uma lesão unilateral, como é o caso da criança com PCH, é capaz de realizar alguma integração dos sinais sensoriais. Dessa forma, o hemisfério cerebral que se manteve íntegro, reorganiza, de certa forma, as limitações do hemisfério lesionado. Esse estudo de Akshoomoff *et al.* (2002) nos sugere que, através da plasticidade e da ativação de outras áreas cerebrais intactas, o grupo de PCH apresenta uma tendência de responder aos estímulos nas diferentes condições, de forma semelhante, mas com efeito mais fraco.

Do mesmo modo, os estudos realizados por Ehrsson *et al.* (2004, 2005) com adultos saudáveis verificaram, através de exames de imagem funcional, que a ilusão da MB ativa áreas bilaterais do cérebro na porção ventral do córtex pré-motor e o sulco parietal. Esse estudo nos ajuda a compreender também os resultados de crianças com PCH que apresentaram a tendência de se assemelhar ao grupo de crianças com desenvolvimento típico, nos resultados do tipo de estimulação.

Além disso, estudo realizado por Ehrsson *et al.* (2005) propõe que regiões como o cerebelo são responsáveis pela integração dos sinais sensoriais e a ocorrência da ilusão da MB. Os participantes do grupo PCH desse estudo, por não apresentarem sinais clínicos de lesão cerebelar, tais como ataxia, disdiacodocinesia e dismetria, apresentavam essa estrutura íntegra. Isso possibilita que ocorra integração dos sentidos, favorecendo uma incorporação da MB em crianças com PCH.

A partir desses resultados podemos observar que, de maneira geral, há um déficit na representação estrutural do corpo e/ou esquema corporal dessas crianças com PCH, a qual

foi observada tanto na avaliação da distância entre a MR-MB, quanto na avaliação do questionário. Sugerimos, dessa forma, que o déficit na representação do corpo dessas crianças com PCH pode interferir nos comportamentos clinicamente observados em relação ao desuso do membro parético.

7.8.3 Diferença entre o grupo PCH direito e esquerdo

O grupo de crianças com PCH esquerdo obteve maiores variações na distância da medida entre MR-MB, se compararmos as duas condições, apesar de não ter sido significativo, mas de magnitude alta. Já o grupo com PCH direito não apresentou muita variação das distâncias MR-MB nas duas condições, sendo menos influenciadas pelo tipo de estimulação e não mostrando nenhum efeito.

Em relação às respostas dadas no questionário, verificamos que o grupo de crianças com PCH esquerda obteve resultados semelhantes ao grupo das crianças típicas, na condição sincrônica.

Berlucchi e Aglioti (1997) afirmam que há evidências que comprovam um maior envolvimento do hemisfério direito na representação do corpo em indivíduos adultos, porém os autores não descartam o fato de que há representação do corpo no hemisfério esquerdo.

Além disso, o estudo neuropsicológico indica que as lesões do hemisfério esquerdo implicam em uma alteração da consciência corporal. Esses indivíduos são incapazes de perceber as relações espaciais entre as partes do corpo (CORRADI-DELL'ACQUA *et al.*, 2008).

O estudo de Gentile *et al.* (2013) mostrou resultados semelhantes aos estudos neuropsicológicos (VALLAR; RONCHI, 2009; NEWPOR; GILPIN, 2011) dos transtornos em autoconsciência corporal. Tais autores propõe que a falta de integração dos sinais visuais, táteis e proprioceptivos nos circuitos multissensoriais na região fronto-parietal esquerda podem resultar em deficiência de autopercepção e perda da propriedade corporal (GENTILE *et al.*, 2013; KAPLAN *et al.*, 2014).

Ehrsson *et al.* (2005) realizou um estudo com indivíduos adultos saudáveis em que foram submetidos à ilusão por meio de vários estímulos sensoriais, incluindo o estímulo vibratório. Nesse estudo, através da análise de exames de RM, foram verificadas maiores ativações das populações neuronais do córtex esquerdo que revestem o sulco pós-central e a parte anterior do córtex intraparietal. Essa região apresentou maior capacidade de integrar a informação sensorial e maior efeito da ilusão da MB. As populações neurais do hemisfério

esquerdo têm a capacidade de realizar maior integração e uma recalibração do estímulo visual, evidenciando a presença da descrição estrutural do corpo. Esse estudo nos auxilia a compreender o motivo pelo qual as crianças com PCH direita apresentaram efeitos inexistentes da ilusão da MB, além de contribuir para o entendimento acerca do pior desempenho das crianças hemiparéticas direita, quando comparadas comparadas às esquerdas.

7.8.4 Implicações práticas

Neste estudo, verificamos a relevância do paradigma da ilusão da MB como uma ferramenta importante para avaliar a representação corporal em crianças com fenômeno clínico do DD. Ao observarmos o déficit motor dessas crianças com PCH é perceptível o desalinhamento biomecânico que apresentam em seu membro superior, sendo capazes de realizar um alcance com funcionalidade, porém não com a mesma qualidade que uma criança com desenvolvimento típico. Observamos que a representação do corpo das crianças com PCH pode se manifestar da mesma forma, havendo uma certa representação corporal, que não é, no entanto, da mesma qualidade das representações corporais das crianças com desenvolvimento típico. Assim há uma representação corporal das crianças com PCH, porém ela está alterada, especificamente a descrição estrutural do corpo e/ou esquema corporal. Dessa forma, questionamos a possibilidade da melhora dessa alteração da representação corporal, a partir dos resultados apontados. Questionamos se a reabilitação focada no *feedback* visual, associando a programação e execução do movimento (esquema corporal), não seria um facilitador para a melhora desse déficit da representação corpo em crianças com PCH.

REFERÊNCIAS

- ABEP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. 2012. <www.abep.org. abep@abep.org>.
- BALEN SA, BOENO MRM, LIEBEL G. A influência do nível socioeconômico na resolução temporal em escolares. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 5, 7-13, 2010.
- AJURIAGUERRA, J.; STUCKI, J.D. Developmental disorders of the body schema. *In*: VINKEN, P.J.; BRUYN, G.W. (Ed.). Disorders of speech, perception and symbolic behavior. (series title: *Handbook of Clinical Neurology*, v. 4, p. 392-407). New York: North Holland, 1969.
- AKSHOOMOFF, N.A. *et al.* The impact of early unilateral brain injury on perceptual organization and visual memory. *Neuropsychologia*. 40: 539-561, 2002.
- ANDRADE, P.M.; HAASE, V.G.; OLIVEIRA-FERREIRA, F. An ICF-based approach for cerebral palsy from a biopsychosocial perspective. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(6): 391-400, 2012.
- APPS, M.A.J.; TSKIRIS, M. The free-energy self: a predictive coding account of selfrecognition. *Neuroscience Biobehavior*, 1:85- 97, 2014.
- ARZY, S. *et al.* Neural mechanisms of embodiment: asomatognosia due to premotor Cortex damage. *Archiv Neurology*, 63: 1022-1025, 2006.
- BAX, M. *et al.* Proposed definition and classification of cerebral palsy, *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 571-576, april 2005.
- BERLUCCHI, G.; AGLIOTI, S. The body in the brain: neural bases of corporeal awareness. *Trends in Neuroscience*, 20, 560-564, 1997.
- BODMANN, R.B. *et al.* The importance of synchrony and temporal order of visual and tactile input for illusory limb ownership experiences – An fMRI Study Applying Virtual Reality. *Plos One*, 9: 127-139, 2014.
- BOLFER, C.P.A.; CASELA, E.B. *Avaliação neuropsicológica das funções executivas e da atenção em crianças com transtorno do déficit de atenção/ hiperatividade (TDAH)*. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BOTVINIC, M.; COHEN, J. Rubber hands “feel” touch that eyes see. *Nature*, 45: 391: 756, 1998.
- CASCIO, C.J. *et al.* The rubber hand illusion in children with autism spectrum disorders: delayed influence of combined tactile and visual input on proprioception. *Autism*, 16: 406-419, 2012.
- CORRADI-DELL’ACQUA, C. *et al.* Where is a nose with respect to a foot? The left posterior parietal cortex processes spatial relationships among body parts. *Cereb Cortex*, 18:2879-2890, 2008.

- COUREL, SF; KIELING, C. *Estudo de associação entre sintomas de TDAH e medidas neuropsicológicas em crianças em idade escolar*. 2012. Dissertação (Mestrado) – UFRS, 2012.
- COWIE, D.; MAKIN, T.R.; BREMNER, A.J. Children's responses to the rubber-hand illusion reveal dissociable pathways in body representation. *Psychological Science*, 24: 762-800, 2013.
- DePREESTER, H.; KNOCKAERT, V. *Body image and body schema*. Interdisciplinary perspectives on the body. 2005. v. 3, p. 120-129.
- EHRSSON, H.H.; SPENCE, C.; PASSONGHAM, R.E. That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, 305: 875-877, 2004.
- EHRSSON, H.H. *et al.* Neural substrate of body size: illusory feeling of shrinking of the waist. *PLoS Biology*, 3: 137-149, 2005.
- EHRSSON, H.H. *et al.* Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own. *Brain*, 131, 3443-3452, 2008.
- ESTEVES, A. *et al.* Força de preensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho*, 69-75, 2005.
- FARRER, C.; FRITH, C. Experiencing oneself vs another person as being the cause of an action: the neural correlates of the experience of agency. *Neuroimage*, 15: 596-603, 2002.
- FARRER, C. *et al.* Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. *Neuroimage*, 18: 324-333, 2006.
- FERRI, F. *et al.* The body beyond the body: expectation of a sensory event is enough to induce ownership over a fake hand. *Proceedings of the Royal Society*, 280: 1140, 2013.
- FOLEGATTI, A. *et al.* The rubber hand illusion: two's a company, but three's a crowd. *Consciousness and Cognition*, 21: 799-812, 2012.
- FOLSTEIN, F.; SUSAN, E.; MCHUGH, R. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12: 129-138, 1975.
- FONTES, P.L.B.; MOURA, R.; HAASE, V.G. Evaluation of body representation in children with hemiplegic cerebral palsy: toward the development of a neuropsychological test battery. *Psychology & Neuroscience*, 2:139-149, 2014.
- GENTILE, G.; GUTERSTAM, A.; BROZZOLI, EHRSSON HH. Cognitive/disintegration of multisensory signals from the real hand reduces default limb self-attribution: an fMRI study. *The Journal of Neuroscience*, 33:13350-13366, 2013.
- GRAHAM, K.T. *et al.* Deficits in agency in schizophrenia, and additional deficits in body image, body schema, and internal timing, in passivity symptoms. *Frontiers in Psychiatry*, 5:118-126, 2014.
- HAANS, A. *et al.* Individual differences in the rubber-hand illusion: predicting self-reports of people's personal experiences. *Acta Psychologica*, 141: 169-177, 2012.

- HALLIGAN, P.; MARSHALL, J.; WADE, D. Visuospatial neglect: underlying factors and test sensitivity. *The Lancet*, 908- 911, 1989.
- HOUWINK, A. *et al.* A neurocognitive perspective on developmental disregard in children with hemiplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32: 2157-2163, 2011.
- JAIN, M.; PASSI, G.R. Assessment of a modified mini-mental scale for cognitive functions in children. *Indian Pediatrics*, 42: 907-912, 2005.
- KAMMERS, M.P. *et al.* Is this hand for real? Attenuation of the rubber hand illusion by transcranial magnetic stimulation over the inferior parietal lobule. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21:1311-1320, 2009.
- KAPLAN, R.A. *et al.* Is Body dysmorphic disorder associated with abnormal bodily self-awareness? A study using the rubber hand illusion. *Plos One*, 9: 703-711, 2014.
- LLOYD, D. M. Spatial limits on referred touch to an alien limb may reflect boundaries of visuo-tactile peripersonal space surrounding the hand. *Brain & Cognition*, 64, 104-109, 2007.
- LONGO, M. *et al.* What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, 107: 978-998, 2008.
- MANLY, T. *et al.* Assessment of unilateral spatial neglect: scoring star cancellation performance from video recordings-method, reliability, benefits, and normative data. *Neuropsychology*, 23(4), 519-528, 2009.
- MATTOS, P.; DUCHESNE, M. Normatização de um teste computadorizado de atenção visual. *Arq neuropsiquiatria*, 55:62-9, 1997.
- MORRIS, C. Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine and Child Neurology Supplement*, 109, 3-7. 2007
- NEWPOR, T.R.; GILPIN, H.R. Multisensory disintegration and the disappearing hand trick. *Curr Biol*, 21: 804-810, 2011.
- NOVAES, M.M. *et al.* Avaliação da interação multissensorial na “ilusão da mão de borracha”. *Revista Neurociências*, 19: 26-33, 2011.
- OTTOBOCK. www.ottobock.com.br.
- PEREZ-MARCOS, D.; SANCHES-VIVES, M.; SLATER, M. It has been shown that with the rubber arm placed in an incongruent position the strength of the illusion decreases Is my hand connected to my body? The impact of body continuity and arm alignment on the virtual hand illusion. *Cognition Neurodyn*, 6:295-305, 2012.
- PETKOVA, V.I.; EHRSSON, H.H. When right feels left: referral of touch and ownership between the hands. *Plos One*, 4: 222-239, 2009.
- PUNT, T.D.; RIDDOCH, M.J. Motor neglect: implications for movement and rehabilitation following stroke. *Disability and Rehabilitation*, 28(13-14), 857-864, 2006.

SCANDOLA, M. *et al.* Rubber hand illusion induced by touching the face ipsilaterally to deprived hand: evidence for plastic “somatotopic” remapping in tetraplegics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8: 404-412, 2014.

SHIMADA, S.; FUKUDA, K.; HIRAKI, K. Rubber hand illusion under delayed visual feedback. *PLoS One*, 4:61-75, 2009.

SIRIGU, A. *et al.* The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science*, 273: 1564-1568, 1996.

TSAKIRIS, M.; CONSTANTINI, M.; HAGGARD, P. The role of the right temporo-parietal junction in maintaining a coherent sense of one’s body. *Neuropsychologia*, 46: 3014-3018, 2008.

TSAKIRIS, M. My body in the brain: a neurocognitive model of body-ownership. *Neuropsychologia*, 48: 703-712, 2010.

VALLAR, G.; RONCHI, R. Somatoparaphrenia: a body delusion. A review of the neuropsychological literature. *Exp Brain Research*, 192:533-551, 2009.

WATKINS, S.; ROSENBERG, A. (2002). Cerebral palsy. *In*: V.S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of the human brain* (vol. 1, pp. 703-714). San Diego: Academic Press.

ZMYJ, N. *et al.* Detection of visual-tactile contingency in the first year after birth. *Cognition*, 120: 82-89, 2011.

8 ESTUDO 2: A PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA, ATRAVÉS DO EXPERIMENTO DA MÃO DE BORRACHA

Cláudia Maria Monteiro de Freitas Teixeira¹, Ricardo José de Moura² e Vitor Geraldi Haase³

¹Mestranda do PPG em Neurociências /UFMG

²Professor Doutor Co-orientador do PPG Neurociências/UFMG

³Professor Doutor Orientador do PPG Neurociências/UFMG

8.1 Introdução

Atualmente tem sido bastante empregado o termo *Developmental Disregard* (DD), negligência, descuido, desconsideração, o qual pode ser definido como uma incapacidade para utilizar o membro parético para as funções motoras (AARTS *et al.*, 2009). O DD tem sido uma observação clínica muito frequente em crianças com paralisia cerebral hemiparética (PCH) que apresentam o hemicorpo com comprometimentos musculoesqueléticos (BAX *et al.*, 2005; KRIGGER, 2006). Além do comprometimento da motricidade, as crianças com PCH apresentam uma série de déficits sensoriais e, ainda, alguns déficits cognitivos (BAX *et al.*, 2005; MORRIS, 2007).

A falta de uso desse membro tem como hipótese um comprometimento representacional que postula que o desuso do membro afetado acontece em função de déficits nas representações corporais (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969). A observação clínica de crianças com PCH, em cujos membros afetados se observam, frequentemente, déficits funcionais que assemelham a desordens como heminegligência motora em adultos (ZIELINSKI *et al.*, 2014).

Orfei *et al.* (2007) sugeriram que o DD também pode assemelhar-se ao fenômeno com base neurológica da anosognosia. Ela é caracterizada como um transtorno perceptual, no qual o indivíduo com lesão cerebral apresenta uma desordem da consciência de si próprio, que impede o reconhecimento da severidade do déficit sensorial, perceptivo, motor, comportamental ou cognitivo (ORFEI *et al.*, 2007). O termo anosognosia (do grego, a-nosognosia para “o não conhecimento da doença”) foi usado por Babinski (1914) e pode ser observado em casos de hemiplegia, hemianopsia e afasia (BISIACH; GEMIRIANI, 1991; RUBENS; GARRETT, 1991; HEILMAN; BARRET; ADAIR, 1998; COSLETT, 2005).

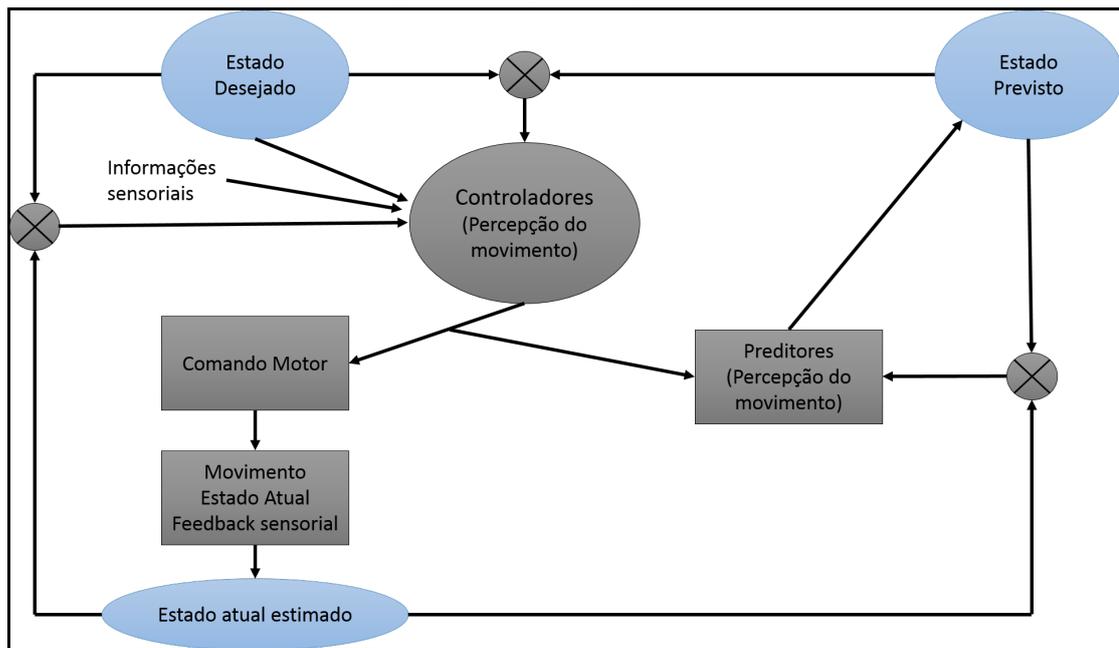
Dessa forma, há semelhanças clínicas da PCH com quadros neuropsicológicos em adultos, mais especificamente de heminegligência motora com as manifestações de hemissomatoagnosia ou anosognosia para hemiplegia. A heminegligência motora com as manifestações de hemissomatoagnosia é um problema que parece envolver um aspecto perceptual ou representacional, relacionado à sensação de reconhecimento da parte afetada do corpo. Já a anosognosia para hemiplegia está mais relacionada à intenção de movimento.

De acordo com a hipótese de comprometimento representacional central, a falta de uso do membro afetado pode ser causada por perturbações funcionais nos mecanismos representacionais corporais que permitem a programação e a execução de movimentos (AJURIAGUERRA; STUCKI, 1969).

O esquema corporal é uma representação de natureza proprioceptiva, inconsciente, *online* e automática, a qual fornece as informações que se fazem necessárias a cada instante para programar e executar os movimentos, conferindo uma sensação de integridade, persistência e posse do corpo (GRAHAM *et al.*, 2014). O fenômeno de desuso pode, em alguns casos, ser explicado por comprometimentos de mecanismos centrais de representação do corpo implementados por áreas corticais associativas, as quais podem ser comprometidas na PC. Esses comprometimentos de representação do corpo podem ocorrer concomitantemente às lesões que causam os déficits motores primários no tônus e força muscular, amplitude de movimento (ADM) e alterações musculoesqueléticas. As crianças com DD apresentam dificuldades no automatismo de execução dos movimentos (HOUWINK *et al.*, 2011) e o esquema corporal é particularmente relevante para a programação e execução das ações motoras. O planejamento e a execução de movimentos dependem de mecanismos complexos de regulação envolvendo formas sofisticadas de *feedforward* e *feedback*, que podem ser esclarecidas pela teoria dos mecanismos de *feedforward*. Essa teoria foi desenvolvida a partir do modelo do controle motor proposto por Wolpert *et al.* (1995): *Internal models for motor control*, cujas áreas corticais, tais como córtex parietal, córtex pré frontal e pré motor foram especificadas em colaboração com Frith (FRITH, 2005; FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000; HUNTER; DAVIES, 2003). O modelo *feedforward* define duas variedades de modelo interno: os preditores e os controladores. Sempre que um movimento é feito, um comando motor é gerado pelo SNC e um preditor estima as consequências sensoriais do comando motor. O controlador, por outro lado, captura a relação entre comando motor e o estado desejado necessário para alcançar esse estado. A função dos preditores e controladores exige que pelo menos três estados do sistema motor estejam representados: o estado atual do sistema, o estado desejado e o estado previsto (FRITH;

BLAKEMORE; WOLPERT, 2000). Cada vez que um comando para fazer um movimento é emitido, uma cópia do comando motor é produzida paralelamente. Com base na cópia eferente, o preditor estima a consequência sensorial do movimento e os controladores fornecem os comandos motores necessários para conseguir o resultado desejado (FRITH; BLAKEMORE; WOLPERT, 2000; WOLPERT *et al.*, 2003; BLAKEMORE *et al.*, 1998).

Figura 1 – Representação Motora



Fonte: Modelo *feedforward* (adaptado de Frith, Blakemore e Wolpert, 2000).

O modelo de regulação do movimento proposto por Wolpert pressupõe a utilização *online* de uma série de informações proprioceptivas do esquema corporal, as quais são imprescindíveis para o planejamento, programação e execução da ação (BLAKEMORE *et al.*, 1998). A principal hipótese a ser investigada no presente estudo será a de que, além do fenômeno de desuso associado à falta de reforço da ação motora (ou seja, DD), os déficits observados nas crianças com hemiparesia congênita podem ser explicados por uma representação proprioceptiva central, o esquema corporal, a qual é fundamental para os mecanismos de regulação da ação.

Fotopoulou *et al.* (2008) verificaram, através de uma variante do experimento da mão de borracha que visa investigar os mecanismos implicados na anosognosia para a hemiplegia (FOTOPOULOU *et al.* 2008).

O estudo de Fotopoulou *et al.* (2008) teve como objetivo discriminar entre dois déficits possivelmente envolvidos no controle motor de indivíduos com anosognosia para

hemiplegia: um déficit na intenção motora e um problema no *feedback* sensorial. Os estudos realizados em adultos, postulam algumas hipóteses de um déficit central para tentar explicar a anosognosia para hemiplegia. Uma das hipóteses para explicar as alterações do esquema corporal em hemiplégicos tem sido uma conseqüência secundária de déficits no *feedback* sensorial (CUTTING, 1978). De acordo com ela, há uma incapacidade de detectar a falha no *feedback* sensorial durante a ação motora.

Frith, Blakemore e Wolpert (2000) propuseram que os indivíduos hemiplégicos adultos apresentam deficiências específicas no planejamento motor. Em circunstâncias normais, a formação de uma intenção de movimento é usada por “modelo *foward*” para gerar previsões precisas sobre o *feedback* sensorial. Se um movimento pretendido não é realizado como planejado, um comparador detecta uma incompatibilidade entre a previsão do *feedback* sensorial e ausência do *feedback* sensorial atual. O sinal de erro resultante da comparação pode ser usado para informar a percepção motora. Heilman *et al.* (1998) consideram que indivíduos hemiplégicos apresentam uma incapacidade para formar intenções motoras. Se a formação da intenção do movimento é defeituosa, o comparador, embora funcione, não recebe nenhuma informação sobre o planejamento do movimento. Ao contrário, Berti *et al.* (2007), corroborando Frith, Blakemore e Wolpert (2000), defendem a hipótese de que pacientes hemiplégicos formam representações adequadas do estado desejado e preveem posições dos membros, mas eles não estão cientes da discrepância entre sua previsão e a posição real. Nesta perspectiva, a percepção do indivíduo é dominada pela intenção, sem levar em conta as evidências dos fracassos sensoriais. Berti *et al.* (2005, 2007) verificaram que o planejamento motor está intacto nesses indivíduos.

O estudo de Fotopoulou *et al.* (2008) sugeriu que a representação visual estrutural do corpo pode estar preservada em adultos com anosognosia para hemiplegia pós-AVE. A ilusão de movimento autogerado induzida pela movimentação da MB sugere um comprometimento do esquema corporal, mais especificamente dos mecanismos de *feedback*. A intenção de gerar o movimento pode estar preservada, a falha ocorre nos mecanismos que sinalizam a discrepância entre a ação almejada e a ação motora efetivamente realizada.

Este estudo teve como objetivo, portanto, replicar em crianças com hemiparesia congênita os resultados do estudo de Fotopoulou *et al.* (2008) com adultos com sequelas de AVE. A hipótese é que as crianças com PCH tenham dificuldade em discriminar movimento autogerado e movimento gerado externamente. Uma interpretação possível para esse fenômeno, caso ele ocorra, é atribuir o déficit a comprometimento dos mecanismos de *feedback* sensorial no esquema corporal.

Para essa investigação, foi utilizada uma mão protética realista para gerar feedback visual de movimentos em três condições:

- 1) Movimento autogerado;
- 2) Movimento gerado externamente;
- 3) Sem movimento.

Em algumas condições, o *feedback* visual era incompatível com as previsões do participante. Assim, solicitou-se que a criança detectasse em cada condição o movimento e a propriedade do membro.

8.2 Métodos

Os métodos foram descritos nas páginas 43 a 49.

8.3 Setting experimental

8.3.1 Experimento – percepção do movimento

O experimento foi realizado em uma sala com ambiente tranquilo e bem iluminado. Foi utilizada uma mesa com altura compatível à idade dos participantes (propiciando aos cotovelos uma posição confortável sobre ela). Nessa mesa foram posicionados o anteparo e a MB. Duas cadeiras foram utilizadas, uma para a criança e a outra para o examinador, que se posicionou ao lado hemiparético das crianças com PC. A amostra dos participantes com desenvolvimento típico foi de 50 crianças. Na metade da amostra o examinador sentou-se do lado direito e na outra metade do lado esquerdo. A MB foi posicionada medialmente, paralela, congruente e a 20 cm da mão não estimulada (FIG. 2).

Foi utilizado no estudo um anteparo com medidas de 48,6 cm de comprimento e 38,1cm de altura, afim de obstruir a visão do participante à sua mão real (ANEXO I).

Figura 2 – *Setting* do experimento 2

Anteparo foi colocado para bloquear a mão real do participante. A MB foi posicionada paralelamente a mão real e à frente da criança.

8.4 Estudo piloto

Sete crianças com desenvolvimento típico com idades de 7 a 13 anos participaram do estudo piloto, que teve como objetivo verificar a adequação da tarefa da mão de borracha. Para realizá-lo determinamos as distâncias em que deveriam ser posicionadas a MB e a mão real. Além disso, verificamos a compreensão das crianças em relação às perguntas realizadas em cada ensaio sobre detecção de movimento e senso de agência. Como resultado, percebemos que as crianças tiveram um bom entendimento das perguntas realizadas.

8.5 Experimento: percepção do movimento

Neste experimento, foi verificado se as crianças com PCH apresentavam dificuldades na percepção de ação. Logo, o planejamento motor foi investigado para que se pudesse apurar se ele domina o *feedback* sensorial.

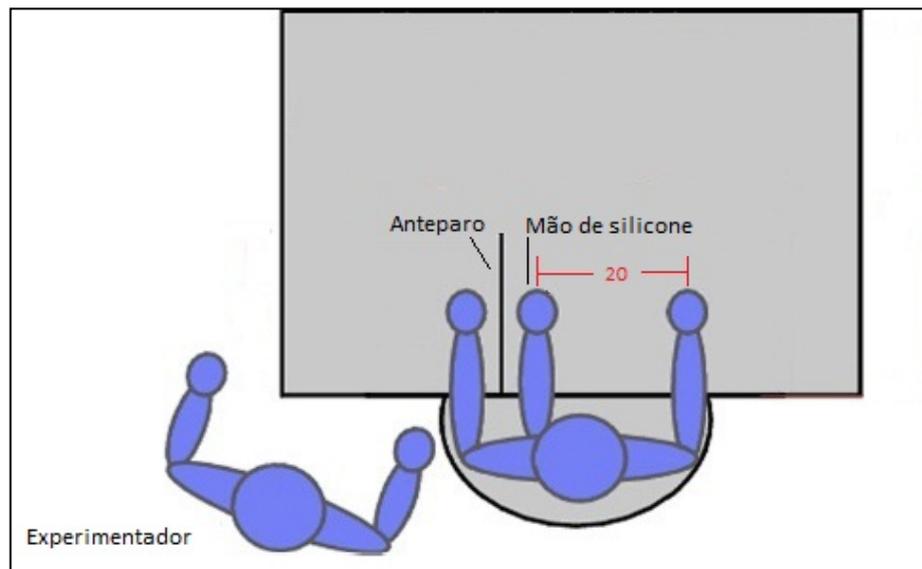
Os participantes sentavam-se em uma cadeira de frente a uma mesa e o examinador ficava ao lado hemiparético das crianças com PCH (FIG. 3). Em relação às crianças com desenvolvimento típico, na metade da amostra, o examinador ficou sentado do lado direito. E na outra metade da amostra ficou sentado do lado esquerdo. O anteparo foi

colocado em cima da mesa e ao lado do participante. Solicitou-se que as crianças posicionasse as mãos sobre a mesa e o anteparo foi colocado com o objetivo de obstruir a visão de uma das mãos direita/ esquerda. O membro hemiparético das crianças com PCH era o que ficava escondido atrás do anteparo. A MB foi posicionada medialmente à mão real escondida (FIG. 4) e o examinador verificou o posicionamento das mãos para iniciar os ensaios dos movimentos. Os indivíduos foram submetidos a três condições:

- 1) Movimento autogerado: os participantes foram instruídos a movimentar a sua mão;
- 2) Movimento gerado externamente: os participantes foram orientados a permanecer imóveis e o experimentador era quem realizava o movimento de levantar a mão dos participantes;
- 3) Sem movimento: as crianças foram informadas de que deveriam permanecer imóveis e de que o experimentador, também, não moveria a mão dos participantes.

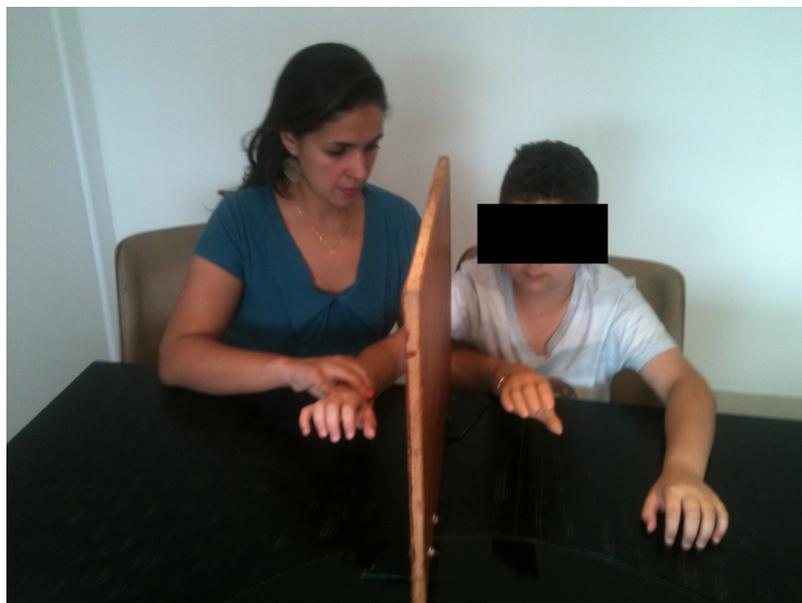
Para cada condição, foram feitos doze ensaios, em que o examinador movimentava a MB em 6 deles e, nos outros seis, o examinador não movimentava a MB (TAB. 1). Em cada ensaio, os participantes respondiam a questões sobre a detecção do movimento e sobre a propriedade da mão. A todo o momento, perguntava-se a eles: “A mão foi movimentada?” e “Quem movimentou a mão: eu ou você mesmo?” (FOTOPOULOU, 2008). Os ensaios das condições 1, 2 e 3 foram apresentados na ordem pseudoaleatória. Duas folhas foram confeccionadas em que o examinador assinalava as respostas dos participantes com sequências aleatórias das condições e da movimentação da MB (ANEXO J).

Figura 3 – Layout do experimento 2



Examinador ao lado esquerdo da criança. Anteparo bloqueando a visão do participante da sua mão esquerda. MB em frente a criança. A mão direita que não foi estimulada ficou a 20 cm da MB.

Figura 4 – Experimento 2



Exemplo da condição do movimento gerado externamente com movimento da MB

Tabela 1 – Ensaio realizados no experimento 2

| Instruções | Mão de borracha | |
|-------------------------------|-----------------|------------------|
| | Movimento | Nenhum movimento |
| Movimento autogerado | Seis ensaios | Seis ensaios |
| Movimento gerado externamente | Seis ensaios | Seis ensaios |
| Nenhum movimento | Seis ensaios | Seis ensaios |

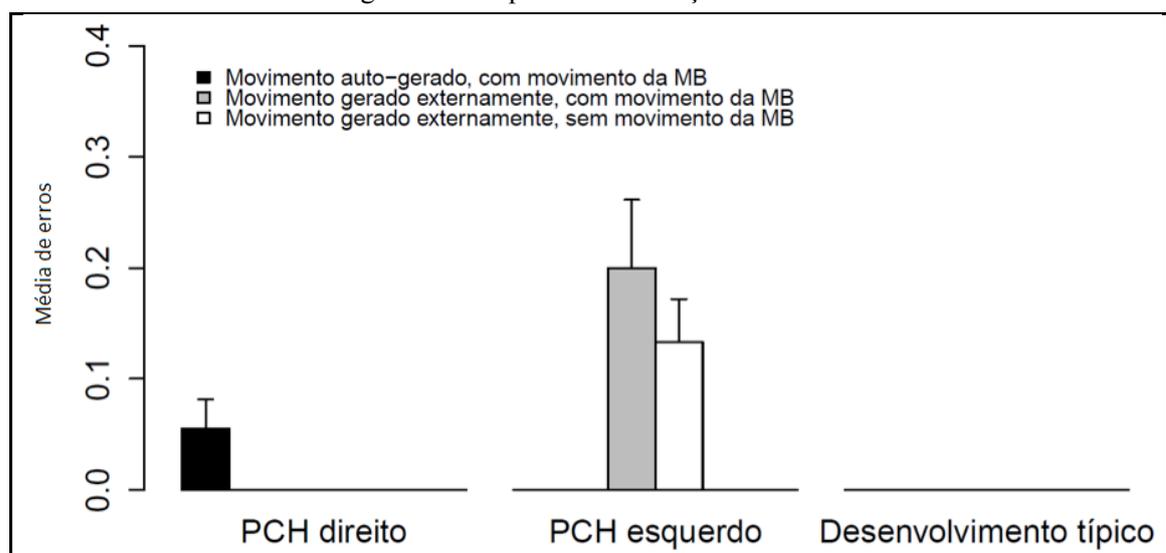
8.6 Resultados

A amostra e a caracterização sociodemográfica e neuropsicológica foi a mesma do Estudo 1 e as informações podem ser obtidas nas páginas 59 e 60.

O experimento verifica se as crianças com PCH apresentam dificuldades na percepção de ação. Isso significa que o experimento investiga se as crianças conseguem ter a percepção do seu movimento, levando em consideração a intenção do movimento e a percepção em relação às informações sensoriais durante a ação.

Os participantes do grupo com desenvolvimento típico conseguiram realizar a tarefa sem cometer erros e, portanto, não foram incluídos nas análises. A Figura 5 representa o desempenho dos três grupos de crianças em todas as condições da tarefa (para manter a clareza, apenas as condições que ocasionaram erros foram representadas nas legendas).

Figura 5 – Respostas às condições motoras



Podemos concluir que as crianças com PCH direito e esquerdo foram capazes de detectar os movimentos realizados e a propriedade do seu membro. O grupo com PCH direito na condição movimento auto gerado com movimento da MB cometeu maior número de erros. Já o grupo PCH esquerdo incorreu em um maior número de erros nas condições:

- 1) movimento gerado externamente com movimento da MB e
- 2) movimento gerado externamente sem movimento da MB

Concluimos que esses indivíduos não apresentam um domínio do planejamento motor sobre o feedback sensorial. Essas crianças são capazes de ter percepções de suas ações.

8.7 Discussão

Em relação ao experimento em que a ilusão da MB foi testada sob a forma da movimentação ativa e passiva do membro superior, as crianças com desenvolvimento típico apresentam percepção em relação do seu membro superior.

Em relação ao grupo PCH direito, a maioria das crianças detectou o movimento e a propriedade do corpo nas condições a que foram submetidas. Porém 1 criança apresentou erros na condição auto gerado com movimentação da MB. Assim como o grupo de crianças com PCH direito, as crianças hemiparéticas esquerda também apresentaram percepção do seu membro real ao ser testado de forma ativa e passiva. Porém três crianças cometeram erros nas condições movimento gerado externamente com movimento da MB e duas crianças apresentaram erros na condição movimento gerado externamente sem movimentação da MB. A partir disso, podemos verificar que essas crianças apresentaram uma capacidade de identificar o *feedback* sensorial durante o movimento, através das respostas em relação às perguntas de detecção do movimento e de propriedade corporal. Além disso, a partir desse estudo, podemos observar que não houve diferença entre os grupos de PCH direito e esquerdo, em relação ao planejamento motor. Um estudo de Kirkpatrick *et al.* (2013) verifica que as crianças com PCH apresentam planejamento motor e a lateralidade na lesão do hemisfério não se correlaciona com um melhor ou pior planejamento do movimento. Ehrsson *et al.* (2004) concluíram que o cerebelo é a estrutura responsável pela atribuição, por parte do indivíduo, dos movimentos autogerados e os movimentos produzidos externamente. Dessa forma, os indivíduos não apresentaram dificuldades em seu senso de agência, de movimento.

A partir desses resultados, podemos concluir que essas crianças apresentaram a capacidade de realizar um planejamento motor e identificar o *feedback* sensorial. Isso demonstra que os participantes foram capazes de detectarem a discrepância entre as

consequências previstas e as reais, reconhecendo o sinal de erro a partir do comparador. Isso sugere que essas crianças apresentaram funcionalidade do modelo interno do sistema motor e uma integridade em seu esquema corporal. Esse resultado nos ajuda compreender a frustração que essas crianças apresentam quando não conseguem executar uma determinada atividade, verificando que há o funcionamento e uma capacidade dessas crianças com PCH de captar as falhas do *feedback* sensorial.

9 DISCUSSÃO GERAL

A dissertação teve como objetivo investigar o aspecto da falta do uso do membro superior parético em crianças com hemiparesia congênita. No ambiente terapêutico, ao observar crianças com paralisia cerebral hemiparética (PCH) é possível detectar comportamentos que sugerem a presença de um conjunto de transtornos da representação corporal.

Geralmente, os centros de reabilitações têm como foco principal a recuperação dos déficits motores dessas crianças, não levando em consideração os distúrbios da representação do corpo (MANCINI *et al.*, 2004). Além disso, há uma tendência por parte dos profissionais de saúde de se basearem somente em informações sobre a estrutura do corpo para definir intervenções terapêuticas. No entanto, é questionável a eficácia de abordagens terapêuticas que focam apenas o alongamento e o fortalecimento muscular como estratégias para que essas crianças utilizem o membro comprometido.

Investigamos um possível envolvimento das representações corporais para nesse fenômeno, sendo verificado pelo paradigma da ilusão da mão de borracha, que é uma das poucas maneiras viáveis de testar as representações corporais, por estar envolvido com a integração de vários estímulos sensoriais, tais como, principalmente, a visão e a propriocepção.

No estudo 1 verificou-se a presença da ilusão da mão de borracha (MB) em crianças com desenvolvimento típico, ao contrário do que foi apresentado nas crianças com PCH. Os resultados das crianças com hemiparesia congênita apresentaram a tendência de assemelhar-se aos resultados encontrados com no grupo de crianças com desenvolvimento típico. Justificamos essa tendência pela possível ocorrência de uma plasticidade, possibilitando uma reorganização das áreas responsáveis pela a integração sensorial que auxilia na percepção corporal. Essa conclusão parte do estudo realizado por Depreester & Knockaert (2005), que sugere que em casos neurológicos como um AVE esses indivíduos podem apresentar a ilusão da MB pela plasticidade do cérebro e a reorganização central do hemisfério intacto. Além disso, o cerebelo é uma estrutura muito importante na integração dos estímulos sensoriais (EHRSSON *et al.*, 2004). No entanto, essas crianças não apresentam déficits cerebelares. O grupo com PCH esquerdo apresentou um efeito de magnitude mais alto, em comparação com o grupo de crianças com PCH direito. Estudos neuropsicológicos indicam que as lesões do hemisfério esquerdo implicam uma alteração da consciência corporal, assim como, dificuldade de integração dos sinais visuais, táteis e proprioceptivos e

deficiência de autopercepção e perda da propriedade corporal (CORRADI-DELL'ACQUA *et al.*, 2008; GENTILE *et al.* 2013; VALLAR; RONCHI, 2009; NEWPOR; GILPIN, 2011; KAPLAN *et al.*, 2014).

No primeiro estudo concluímos a importância da utilização do paradigma da ilusão da MB como uma ferramenta para verificar a representação do corpo em crianças com PCH. Sugere-se que o fenômeno clínico *Developmental Disregard*, pode não estar simplesmente associando à falta de reforço positivo, mas também pode estar relacionado a um comprometimento central, da representação do corpo.

Nesse estudo, observamos que a amostra do grupo de PCH foi pequena e também que não conseguimos discriminar o déficit representacional envolvido nessas crianças. Concluímos que pode haver um déficit da descrição estrutural do corpo e/ou esquema corporal.

No segundo estudo podemos concluir que o controle motor das crianças com PCH apresenta uma integridade e que o esquema corporal relacionado aos mecanismos do feedback está intacto. No que diz respeito ao modelo de *feedforward* há uma integridade do comparador entre o estado real e o estado desejado da ação a ser executada. Essa conclusão confirma o comportamento de frustração que essas crianças manifestam, frente a uma tarefa de alta complexidade. Isso significa que elas apresentam percepção do feedback sensorial na execução motora.

Associando os resultados do estudo 1 aos resultados do estudo 2, questionamos se a descrição estrutural do corpo não seria a representação corporal mais comprometidas no grupo de crianças com hemiparesia congênita, uma vez que foi identificado, no estudo 2 a integridade do esquema corporal. Já no estudo 1 houve uma alteração da representação do corpo, porém não conseguimos distinguir se foi na descrição estrutural do corpo ou esquema corporal.

Verificamos que há necessidade de uma melhor compreensão na integração dos mecanismos relacionados à representação do corpo que podem auxiliar na elaboração de estratégias de reabilitação para indivíduos com transtornos da percepção corporal após lesão cerebral.

Futuros estudos podem ser realizados para verificar, a partir de uma intervenção focando as alterações das representações corporais dessas crianças, se a ilusão da MB será mais forte após a reabilitação.

REFERÊNCIAS

- AARTS, P.B.M. *et al.* Validity and reliability of the VOAA-DDD to assess spontaneous hand use with a video observation tool in children with spastic unilateral cerebral palsy. *Biomedical center Musculoskeletal Disorders*, 10: 145-152, 2009.
- ABEP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. 2012. <www.abep.org. abep@abep.org>.
- BALEN, S.A.; BOENO, M.R.M.; LIEBEL, G. A influência do nível socioeconômico na resolução temporal em escolares. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 5: 7-13, 2010.
- AJURIAGUERRA, J.; STUCKI, J.D. Developmental disorders of the body schema. In: VINKEN, P.J.; BRUYN, G.W. (Ed.). Disorders of speech, perception and symbolic behaviour (series title: *Handbook of Clinical Neurology*, v. 4, p. 392-407). New York: North Holland, 1969.
- ANDRADE, P.M.; HAASE, V.G.; OLIVEIRA-FERREIRA, F. An ICF-based approach for cerebral palsy from a biopsychosocial perspective. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(6): 391-400, 2012.
- BABINSKI, J. Contribution a` l' e` tude des troubles mentaux dans l' hemiplegie organique cerebrale. *Revue Neurologique*, 27: 845-8, 1914.
- BAX, M. *et al.* Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 47(8), 571-576, april 2005.
- BERTI, A. *et al.* Motor awareness and motor intention in anosognosia for hemiplegia. In: HAGGARD, P.; ROSSETTI, Y.; KAWATO, M. (Ed.). *Sensorimotor foundations of higher cognition series: attention and performance number XXII*. New York: Oxford University Press, 2007, p. 163-82.
- BERTI, A. *et al.* Shared cortical anatomy for motor awareness and motor control. *Science*, 309: 488-91, 2005.
- BISIACH, E.; GEMINIANI, G. Anosognosia relating to hemiplegia and hemianopia. In: PRIGATANO, G.P; SCHACTER, D.L. (Ed.). *Awareness of deficit after brain injury: clinical and theoretical issues*. New York: Oxford University Press, 1991, p. 17-39.
- BLAKEMORE, S.J.; GOODBODY, S.J.; WOLPERT, D.M. Predicting the consequences of our own actions: the role of sensorimotor context estimation. *Journal Neuroscience*, 18: 7511-7518, 1998.
- BOLFER, C.P.A.; CASELA, E.B. *Avaliação neuropsicológica das funções executivas e da atenção em crianças com transtorno do déficit de atenção/ hiperatividade (TDAH)*. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Medicina da Universidade de São Paulo, 2009.
- CORRADI-DELL'ACQUA, C. *et al.* Where is a nose with respect to a foot? The left posterior parietal cortex processes spatial relationships among body parts. *Cereb Cortex*, 18:2879-2890, 2008.

- COSLETT, H.B. Anosognosia and body representations forty years later. *Cortex*, 41: 263-70, 2005.
- COUREL, SF; KIELING, C. Estudo de associação entre sintomas de TDAH e medidas neuropsicológicas em crianças em idade escolar. 2012. Dissertação (Mestrado) – UFRS, 2012.
- CUTTING, J. Study of anosognosia. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*, 41: 548-55, 1978.
- DePREESTER, H.; KNOCKAERT, V. *Body image and body schema*. Interdisciplinary perspectives on the body. 2005. v. 3, p. 120-129.
- EHRSSON, H.H.; SPENCE, C.; PASSONGHAM, R.E. That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, 305: 875-877, 2004.
- ESTEVES, A. *et al.* Força de preensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho*, 69-75, 2005.
- FOLSTEIN, F.; SUSAN, E.; MCHUGH, R. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12: 129-138, 1975.
- FOTOPOULOU, A. *et al.* The role of motor intention in motor awareness: an experimental study on anosognosia for hemiplegia. *Brain*, 131: 3432-3442, 2008.
- FRITH, C. The self in action: lessons of delusions of control. *Consciousness Cognition*, 14: 752-70, 2005.
- FRITH, C.D.; BLAKEMORE, S.-J.; WOLPERT, D.M. Abnormalities in the awareness and control of action. *Philosophical Transactions Royal Society London Biological Sciences*, 355: 1771-8, 2000.
- GENTILE, G.; GUTERSTAM, A.; BROZZOLI, C.; EHRSSON, H.H. Cognitive/disintegration of multisensory signals from the real hand reduces default limb self-attribution: an fMRI study. *The Journal of Neuroscience*, 33:13350-13366, 2013.
- GRAHAM, KT. *et al.* Deficits in agency in schizophrenia, and additional deficits in body image, body schema, and internal timing, in passivity symptoms. *Frontiers in Psychiatry*, 5:118-126, 2014.
- HALLIGAN. P.; MARSHALL, J.; WADE, D. Visuospatial neglect: underlying factors and test sensitivity. *The Lancet*, 908- 911, 1989.
- HEILMAN, K.M.; BARRET, A.M.; ADAIR, J.C. Possible mechanisms of anosognosia: a defect in self awareness. *Philosophical Transactions Royal Society Londres Biological Sciences*, 353: 1903-9, 1998.
- HOUWINK, A. *et al.* A neurocognitive perspective on developmental disregard in children with hemiplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32: 2157-2163, 2011.

- HUNTER, P.; DAVIS, K. The effect of tactile and visual sensory inputs on phantom limb awareness. *Brain*, 126: 579-589, 2003.
- JAIN, M.; PASSI, G.R. Assessment of a modified mini-mental scale for cognitive functions in children. *Indian Pediatrics*, 42: 907-912, 2005.
- KAPLAN, R.A. *et al.* Is Body dysmorphic disorder associated with abnormal bodily self-awareness? A study using the rubber hand illusion. *Plos One*, 9: 703-711, 2014.
- KIRKPATRICK, E.V. *et al.* Motor planning ability is not related to lesion side or functional manual ability in children with hemiplegic cerebral palsy. *Exp Brain Research*, 2: 239-247, 2013.
- KRIGGER, K. W. Cerebral palsy: an overview. *American Family Physician*, 73, 91-100, 2006.
- LONGO, M. *et al.* What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, 107: 978-998, 2008.
- MANCINI, MC. *et al.* Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. *Arquivo de Neuropsiquiatria*, 60: 446-452, 2002.
- MANLY, T. *et al.* Assessment of unilateral spatial neglect: scoring star cancellation performance from video recordings-method, reliability, benefits, and normative data. *Neuropsychology*, 23(4), 519-528, 2009.
- MATTOS, P.; DUCHESNE, M. Normatização de um teste computadorizado de atenção visual. *Arq neuropsiquiatria*, 55:62-9, 1997.
- MORRIS, C. Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine and Child Neurology. Supplement*, 109, 3-7, 2007.
- NEWPOR, T.R.; GILPIN, H.R. Multisensory disintegration and the disappearing hand trick. *Curr Biol*, 21: 804-810, 2011.
- ORFEI, M.D. *et al.* Anosognosia for hemiplegia after stroke is a multifaceted phenomenon: a systematic review of the literature. *Brain*, 130: 3075-90, 2007.
- OTTOBOCK. www.ottobock.com.br.
- ROSENBAUM, A.R. *et al.* Altered sense of Agency in children with spastic cerebral palsy. *Biomedcentral Neurology*, 11: 150-162, 2011.
- RUBENS, A.B.; GARRET, M.F. Anosognosia of linguistic deficits in patients with neurological deficits. In: PRIGATANO, G.P.; SCHACTER, D.L. (Ed.). *Awareness of deficit after brain injury: clinical and theoretical issues*. New York: Oxford University Press; 1991. p. 40-52.
- VALLAR, G.; RONCHI, R. Somatoparaphrenia: a body delusion. A review of the neuropsychological literature. *Exp Brain Research*, 192:533-551, 2009.

WINTERMAN, M.C.A. *Comparing bodily illusions: the rubber hand illusion and the mirror illusion*. 2008. Tese. (Doutorado) – Universiteit Utrecht Masterprogramma Psychologie, Neuropsychologie. Departamento de Psicologia Holanda. 2008.

WOLPERT, D.M; GHARAMANI, Z.; JORDAN MI. An Internal Model for Sensorimotor Integration. *Science*, 269: 1880-1882, 1995.

WOLPERT, D.M.; DOYA, K.; KAWATO, M. A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philos. Trans. R. Soc.* 358, 593-602, 2003.

ZIELINSK, IM. *et al.* Unravelling developmental disregard in children with unilateral cerebral palsy by measuring event-related potentials during a simple and complex task. *BMC Neurology*, 14: 1471-2377, 2014.

ANEXOS

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Sr. (a) está sendo convidado (a) a participar voluntariamente de um projeto de pesquisa: “A Intenção Motora: Um estudo experimental sobre a representação do corpo em crianças com Paralisia Cerebral tipo Hemiparético”, conduzido por pesquisadores da UFMG. O Sr. (a) deve ler com atenção as informações abaixo, antes de expressar ou não o seu consentimento para participar da pesquisa. Estamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas em relação à pesquisa antes e durante a execução da mesma.

O objetivo da pesquisa é investigar se há relação entre percepção do corpo da criança ao não uso da sua mão mais fraca. Queremos investigar se a criança que apresenta maior dificuldade em realizar atividades com a mão terá maior dificuldade em perceber o seu próprio corpo. Além disso, queremos investigar se a vontade em realizar um movimento está relacionada à falta do uso da sua mão. Acreditamos que esse estudo experimental poderá ser útil para compreender os mecanismos da intenção de realizar um movimento, bem como auxiliar na reabilitação e a funcionalidade dessa mão que não é muito utilizada. Contribuindo, dessa forma, para o planejamento de uma intervenção terapêutica direcionada para o a qualidade de vida dessas crianças.

A criança será avaliada, individualmente, em uma sessão de 30 minutos. No primeiro momento será realizado um estímulo tátil, através de um pincel na mão mais fraca da criança. Posteriormente, a criança será instruída a realizar o movimento de levantar o braço mais fraco. A sessão será interrompida caso se recuse a realizar. Em todas as etapas a criança será acompanhada pela pesquisadora responsável. Não há riscos biológicos envolvidos. Os riscos psicológicos se referem apenas ao desconforto e cansaço em realizar os movimentos que serão solicitados.

A pesquisa está sendo conduzida pelo Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG.

O Sr.(a) ou a criança têm toda liberdade para interromper o processo de avaliação quando assim desejarem, sem sofrer qualquer espécie de penalidade ou prejuízo. Como sua

participação é voluntária, não há nenhum compromisso financeiro entre você e a equipe do Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento.

Ao final, o Sr.(a) poderão obter oralmente, sob forma de aconselhamento, ou por escrito, sob forma de um relatório, caso assim deseje, os resultados do desempenho da criança nos ensaios realizados. Os arquivos sobre os ensaios serão mantidos sob sigilo no Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento, sob guarda do prof. Vitor Geraldi Haase. Apenas os pesquisadores envolvidos no projeto terão acesso aos arquivos.

Agradecemos a sua atenção e valiosa colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase

Coordenador da pesquisa

Email: vghaase@gmail.com

Cláudia Maria Monteiro de F. Teixeira

Email: claudiamariamonteiro@hotmail.com

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa

AV. Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II – 2 andar – Sala 2005

Campus Pampulha

Belo Horizonte, MG – Brasil

31270-901

coep@prpq.ufmg.br

Consentimento

Eu, _____,
responsável por _____ declaro que li e
entendi as informações contidas acima. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e recebi
uma cópia do formulário de consentimento do estudo “**A Intenção Motora: Um estudo
experimental sobre a representação do corpo em crianças com Paralisia Cerebral tipo
Hemiparético**”. Concordo com a minha participação no estudo.

Assinatura do responsável – data

Assinatura do pesquisador

ANEXO B

Termo de Assentimento

Prezada criança,

Você está sendo convidada a participar voluntariamente de um projeto de pesquisa, conduzido por pesquisadores da UFMG. Para que você participe desta pesquisa, seu pai, mãe ou responsável deve estar ciente e de acordo com a sua participação. Escute com atenção as explicações sobre a pesquisa: “A Intenção Motora: Um estudo experimental sobre a representação do corpo em crianças com Paralisia Cerebral tipo Hemiparético”. Você e o seu responsável devem ler com atenção as informações abaixo, antes de expressar ou não o seu consentimento para participar da pesquisa (o pesquisador pode ler para você). Estamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas em relação à pesquisa antes e durante a execução da mesma.

O objetivo da pesquisa é investigar se a criança que apresenta maior dificuldade em realizar atividades com a mão mais fraca terá maior dificuldade em perceber o seu próprio corpo. Além disso, queremos investigar se a vontade em realizar um movimento está relacionada à falta do uso da sua mão mais fraca. Acreditamos que esse estudo poderá ser útil para auxiliar na reabilitação e a funcionalidade dessa mão que não é muito utilizada. Contribuindo, dessa forma, para o planejamento de uma intervenção terapêutica direcionada para o a qualidade de vida dessas crianças.

Você será avaliado, individualmente, em uma sessão de 30 minutos. No primeiro momento será realizado um estímulo tátil, através de um pincel na sua mão mais fraca. Posteriormente, você será solicitado a realizar o movimento de levantar o braço mais fraco. A sessão será interrompida caso se recuse a realizar. Em todas as etapas você será acompanhado pela pesquisadora responsável. Não há riscos biológicos envolvidos. Os riscos psicológicos se referem apenas ao desconforto e cansaço em realizar os movimentos que serão solicitados.

A pesquisa está sendo conduzida pelo Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG.

Você ou seu responsável têm toda liberdade para interromper o processo de avaliação quando assim desejarem, sem sofrer qualquer espécie de penalidade ou prejuízo. Como sua participação é voluntária, não há nenhum compromisso financeiro entre você e a equipe do Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento.

Ao final, você e seu responsável poderão obter oralmente, sob forma de aconselhamento, ou por escrito, sob forma de um relatório, caso assim deseje, os resultados de seu desempenho nos ensaios realizados. Os arquivos sobre os ensaios serão mantidos sob sigilo no Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento, sob guarda do prof. Vitor Geraldi Haase. Apenas os pesquisadores envolvidos no projeto terão acesso aos arquivos.

Agradecemos a sua atenção e valiosa colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase

Coordenador da pesquisa

Email: vghaase@gmail.com

Cláudia Maria Monteiro de F. Teixeira

Email: claudiamariamonteiro@hotmail.com

Consentimento

Eu, _____,
declaro que li entendi as informações contidas acima. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e recebi uma cópia do formulário de consentimento do estudo **“A Intenção Motora: Um estudo experimental sobre a representação do corpo em crianças com Paralisia Cerebral tipo Hemiparético”**. Concordo com a minha participação no estudo.

Assinatura – data

Assinatura do pesquisador

ANEXO C

Critério de Classificação Econômica Brasil

Posse de itens

| | Quantidade de Itens | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 ou + |
| Televisão em cores | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Rádio | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Banheiro | 0 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Automóvel | 0 | 4 | 7 | 9 | 9 |
| Empregada mensalista | 0 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Máquina de lavar | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Videocassete e/ou DVD | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Geladeira | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex) | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Grau de Instrução do chefe de família

| | | |
|---|--|---|
| Analfabeto / Primário incompleto | Analfabeto / Até 3ª. Série Fundamental | 0 |
| Primário completo / Ginásial incompleto | Até 4ª. Série Fundamental | 1 |
| Ginásial completo / Colegial incompleto | Fundamental completo | 2 |
| Colegial completo / Superior incompleto | Médio completo | 4 |
| Superior completo | Superior completo | 8 |

ANEXO D
SNAP

| ESCALA PARA DIAGNÓSTICO DE TDAH EM CRIANÇAS APLICADA AOS PAIS E PROFESSORES (MTA-SNAP-IV) | | | | | |
|--|---|-------|--------------|----------|--------|
| | Em português* | NNada | UmUITO pouco | Bastante | Demais |
| 1 | Não consegue prestar muita atenção a detalhes ou comete erros por descuido nos trabalhos da escola ou tarefas . | | | | |
| 2 | Tem dificuldade para manter atenção em tarefas ou atividades de lazer | | | | |
| 3 | Parece não estar ouvindo quando se fala diretamente com ele. | | | | |
| 4 | Não segue instruções até o fim e não termina os deveres da escola, tarefas ou obrigações | | | | |
| 5 | Tem dificuldade para organizar tarefas e atividades. | | | | |
| 6 | Evita, não gosta ou se envolve contra a vontade em tarefas que exigem esforço mental prolongado | | | | |
| 7 | Perde coisas necessárias para atividades (brinquedos, livros, deveres de escola, lápis...) | | | | |
| 8 | Distrai-se facilmente com estímulos externos | | | | |
| 9 | É esquecido em atividades do dia-a-dia | | | | |
| 10 | Mexe bastante com as mãos, pés ou na cadeira | | | | |
| 11 | Sai dos lugares onde se espera que fique sentado | | | | |
| 12 | Corre de um lado para outro ou sobe demais nas coisas em situações inapropriadas. | | | | |
| 13 | Tem dificuldade em brincar ou envolver-se em atividades de lazer de forma calma. | | | | |
| 14 | Não tem parada, freqüentemente está “a mil por hora”. | | | | |
| 15 | Fala em excesso | | | | |
| 16 | Responde as perguntas de forma precipitada, antes de terem sido terminadas. | | | | |
| 17 | Tem dificuldade de esperar sua vez. | | | | |
| 18 | Interrompe os outros ou se intromete (nas conversas, jogos, brincadeiras). | | | | |
| 19 | Descontrola-se | | | | |
| 20 | Discute com adultos. | | | | |
| 21 | Desafia ativamente ou se recusa a atender pedidos ou regras dos adultos. | | | | |
| 22 | Faz coisas que incomodam os outros de propósito. | | | | |
| 23 | Culpa os outros pelos seus erros e mau comportamento | | | | |

| ESCALA PARA DIAGNÓSTICO DE TDAH EM CRIANÇAS APLICADA AOS PAIS E PROFESSORES (MTA-SNAP-IV) | | | | | |
|---|--|------|----------|----------|--------|
| | Em português* | Nada | Um pouco | Bastante | Demais |
| 24 | É irritável ou facilmente incomodado pelos outros. | | | | |
| 25 | É raivoso e ressentido. | | | | |
| 26 | É rancoroso ou vingativo. | | | | |
| <p>A escala validada para português tem 26 quesitos, em inglês apenas 20. A pontuação é a seguinte: nada = 0, apenas um pouco = 1, bastante = 2, e demais = 3. O escore calcula-se somando os pontos e dividindo por 26 (no. de quesitos).</p> | | | | | |

ANEXO E
Mini Exame Mental adaptado

| Função | Testes | Escore |
|-----------------------------------|---|--------------------|
| Orientação | Nome, sobrenome, idade, sexo | 0-1-2-3-4 |
| | País, estado, cidade, lugar | 0-1-2-3-4 |
| | Ano, mês, dia do mês, dia da semana | 0-1-2-3-4 |
| Nomear objetos | Caneta, relógio, óculos | 0-1-2-3 |
| Digit span – ordem direta | 5-3 4-7-2 5-9-3-1 2-7-5-9-4 | 0-1-2-3-4 |
| Digit span – ordem inversa | 3-6 2-9-5 4-1-9-7 | 0-1-2-3 |
| Recordação | Caneta, relógio, óculos | 0-1-2-3 |
| Nomear partes do corpo | Nomear partes do corpo apontadas: mão, pé, joelho, nariz, orelha | 0-1-2-3-4-5 |
| Triplo comando | Pegue o papel com a mão, dobre-o ao meio e coloque-o no chão | 0-1-2-3 |
| Repetição | Nem aqui, nem lá, nem acolá | 0-1 |
| Leitura | Leia e faça o que está pedindo | 0-1 |
| Linguagem- escrita | Escreva seu nome | 0-1 |
| Praxia construtiva | Copie os desenhos, faça o melhor que você puder | 0-1 |

ANEXO F

O Teste de Cancelamento de Estrelas



ANEXO G

Questionário de Distorção Proprioceptiva (Botwinick e Cohen, 1998)

Instrução: Responda as questões abaixo tomando por base sua experiência durante o experimento. As respostas devem refletir com fidelidade sua experiência na tarefa. Utilize a escala de valores abaixo para escolher a resposta que melhor representa sua experiência para cada afirmação.

- 3 “discordo fortemente”

0 “nem discordo e nem concordo”

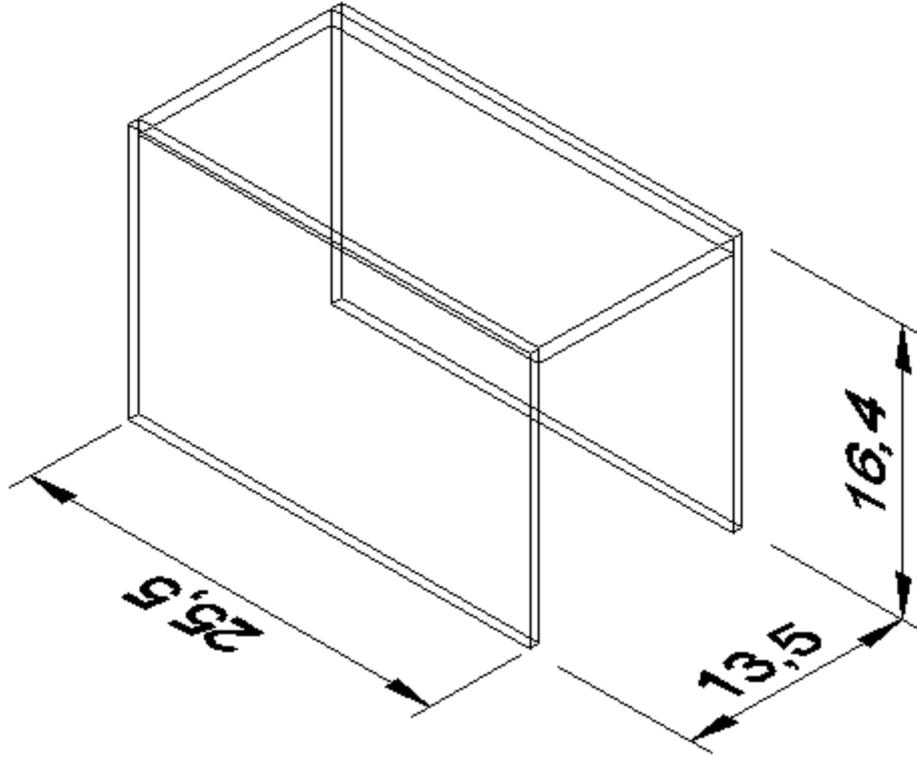
+ 3 “concordo fortemente”

| | |
|--|---------------------|
| 1. Parecia como se eu estivesse sentindo o toque no local onde eu via a mão de borracha sendo tocada. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 2. Parecia que o toque que eu sentia era causado pelo toque na mão de borracha. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 3. Eu senti como se a mão de borracha fosse a minha mão. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 4. Eu senti como se a minha mão estivesse se movendo em direção a mão de borracha. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 5. Parecia que eu tinha mais de uma mão direita. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 6. Parecia que o toque que eu estava sentindo estava entre minha própria mão e a mão de borracha. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 7. Eu senti como se a minha mão estivesse assumindo o mesmo material (borracha) da mão de borracha. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 8. Parecia que a mão de borracha estava se movendo em direção a minha mão. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
| 9. A mão de borracha começou a se assemelhar com a minha mão real, em termos de formato, tonalidade da pele, sardas, ou outros aspectos visuais. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |

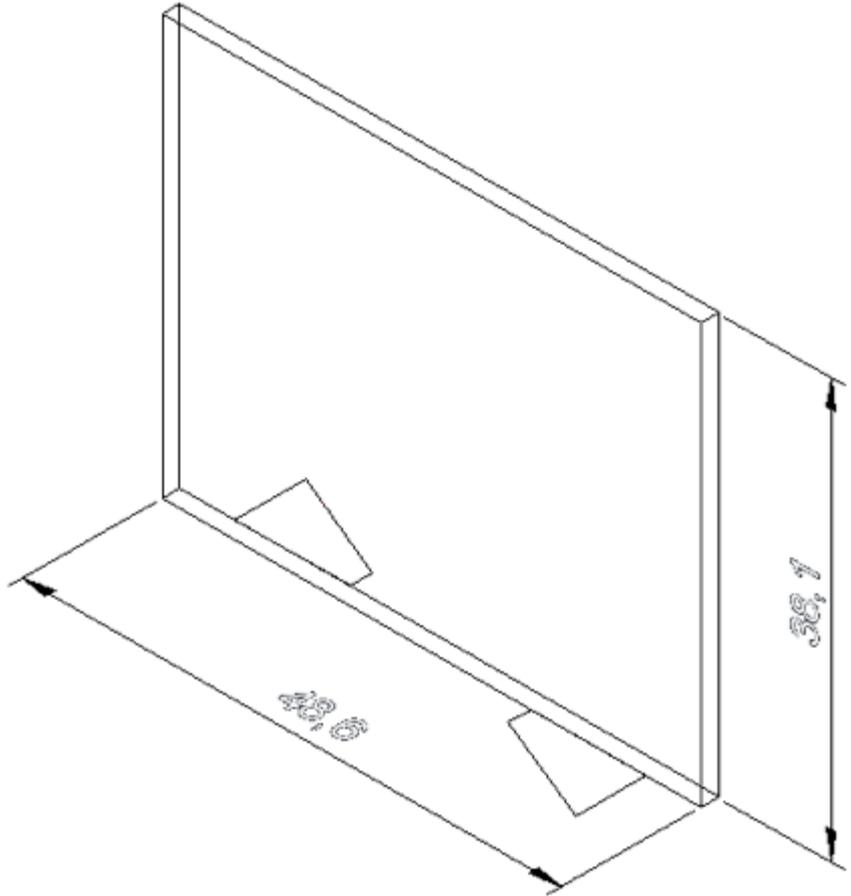
- Pergunta para Diferença entre estimulação com sincronia e sem sincronia:

| | |
|---|---------------------|
| 10. Minha experiência tátil na estimulação com sincronia dos pincéis foi muito parecida com a experiência tátil na estimulação sem sincronia. | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |
|---|---------------------|

ANEXO H
Medida Anteparo Estudio 1



ANEXO I
Medida Anteparo Estudio 2



ANEXO J
Questões do Estudo 2

| Condição mão Real | Condição da mão de borracha | O braço movimentou? | | Quem Movimentou o braço | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----|-------------------------|------|
| | | Sim | Não | Eu mesmo | Você |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |

| Condição mão Real | Condição da mão de borracha | O braço movimentou? | | Quem Movimentou o braço | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----|-------------------------|------|
| | | Sim | Não | Eu mesmo | Você |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Com Movimento | | | | |
| Movimento Gerado Externamento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Sem Movimento | | | | |
| Sem movimento | Com Movimento | | | | |
| Movimento auto gerado | Sem Movimento | | | | |