

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

MARÍLIA LIRA DA SILVEIRA COELHO

NEUROMODULAÇÃO DO ESQUEMA CORPORAL E ESPAÇO PERIPESSOAL COM O
USO DE ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA E ILUSÃO
DE MÃO DE BORRACHA

São Paulo

2017

MARÍLIA LIRA DA SILVEIRA COÊLHO

NEUROMODULAÇÃO DO ESQUEMA CORPORAL E ESPAÇO PERIPESSOAL COM O
USO DE ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA E ILUSÃO
DE MÃO DE BORRACHA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Distúrbios do Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Boggio

São Paulo

2017

C672n Coêlho, Marília Lira da Silveira.

Neuromodulação do esquema corporal e espaço peripessoal com o uso de estimulação transcraniana por corrente contínua e ilusão de mão de borracha / Marília Lira da Silveira Coêlho.

139 f. : il. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Distúrbios do Desenvolvimento) –
Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.

Orientadora: Paulo Sérgio Boggio.

Bibliografia: f. 115-123.

1. Integração multissensorial. 2. Esquema corporal. 3. Espaço peripessoal. 4. Ilusão da mão de borracha. 5. Estimulação transcraniana por corrente contínua. I. Boggio, Paulo Sérgio. I. Título.

CDD 616.8912

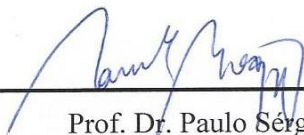
MARÍLIA LIRA DA SILVEIRA COELHO

NEUROMODULAÇÃO DO ESQUEMA CORPORAL E ESPAÇO PERIPESSOAL COM O
USO DE ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA E ILUSÃO
DE MÃO DE BORRACHA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Distúrbios dos Desenvolvimento da Universidade
Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial à
obtenção de título de Doutor em Distúrbios dos
Desenvolvimento.

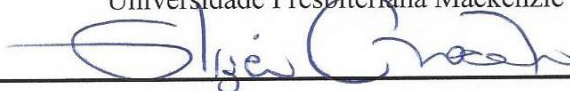
Aprovado em 12 de junho de 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Sérgio Boggio

Universidade Presbiteriana Mackenzie



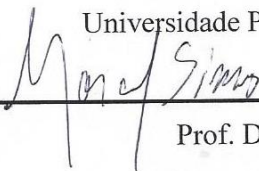
Prof. Dr. Elizeu Coutinho de Macedo

Universidade Presbiteriana Mackenzie



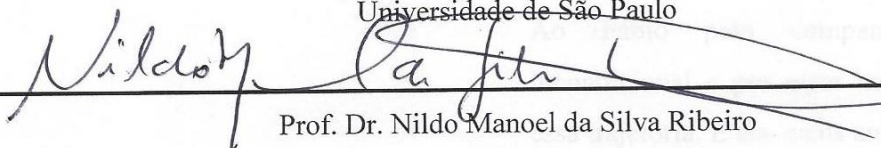
Prof.ª Dr.ª Denise Loureiro Vianna

Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof. Dr. Marcel Simis

Universidade de São Paulo



Prof. Dr. Nildo Manoel da Silva Ribeiro

Universidade Federal da Bahia

Ao Fábio pelo companheirismo e amor incondicional e por estar ao meu lado em toda essa trajetória. E aos meus amados Pedro e Felipe.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Boggio, por conduzir com maestria a minha formação como pesquisadora. Foram muitos ensinamentos ao longo dessa trajetória, ensinamentos para a minha formação como neurocientista, mas principalmente para a minha vida pessoal. Obrigada por me mostrar a imensidão da neurociência, até porque “o céu não tem limites”, assim como, na ciência não há limites mensuráveis, nós que a limitamos. Por me fazer refletir que o pensar científico tem a sua simplicidade, porém torna-lo empírico tem a sua complexidade, requer conhecimento técnico e científico aprofundado. Por conduzir a Ciência com ética e respeito. Gratidão.

Obrigada aos professores Dr. Macel Simis e Dra Denise Vianna pelas contribuições prestadas na banca de qualificação do projeto desse trabalho. Todos os comentários, discussões e reflexões da estrutura do projeto auxiliaram, e muito, para a realização desse trabalho.

Gostaria de agradecer imensamente a toda equipe do Laboratório de Neurociência Social e Cognitiva. Gratidão por todo o carinho dessa “família”. Cada membro dessa equipe contribuiu positivamente para a realização desse trabalho. Obrigada por todo apoio, carinho, conversas, sorrisos e risadas, mas principalmente pelo encorajamento e incentivo nos momentos difíceis dessa trajetória, como nas inúmeras coletas de dados e nos inúmeros voluntários de pesquisa. Obrigada! Agradeço em especial a aluna Beatriz Atti por toda a colaboração, e por estar presente comigo até o final desse trabalho.

Gostaria de agradecer especialmente aos meus colegas/amigos que estiveram comigo desde o início. Eles foram grandes incentivadores, além de me auxiliarem na construção prática desse trabalho. À Cláudia Valasek, Olívia Lapenta, Júlia Horta, Lucas Murrin, Gabriel Gaudêncio e Camila Campanhã meu muito obrigada.

Obrigada as minhas companheiras de doutorado, a Cláudia Valasek, a Gisane Novaes e a Susi Fernandes por todo companheirismo, aprendizado e por tornar as aulas da pós-graduação mais agradáveis.

E por fim, agradeço imensamente a minha família. Vocês foram fundamentais para a concretização desse sonho. Obrigada pelo amor incondicional, pelo companheirismo, por todo o cuidado e carinho. Gratidão aos meus pais João e Telma Silveira, ao meu esposo Fábio Coêlho e aos meus filhos Pedro e Felipe.

APOIO:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES** pelo apoio durante a realização do doutorado.



“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”. Marie Curie

RESUMO

A representação sensorial está presente no processamento das informações de localização e posicionamento do corpo, ou da sua parte, assim como, do ambiente ao redor do corpo onde é realizada a ação motora. A interação da percepção espacial e corporal pode ser modulada devido ao efeito plástico da integração multissensorial com o uso de ferramentas ou ilusões perceptivas como na ilusão da mão de borracha, que por meio da experiência multissensorial de congruência espacial e temporal dos sinais visuais, táteis e proprioceptivos possibilita alterar a percepção da propriedade do corpo, do esquema corporal e do espaço peripessoal. Evidências sugerem que tecnologias de estimulações transcranianas, como a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), são também promissoras para neuromodulação da integração multissensorial do esquema corporal e espaço peripessoal. Nesse sentido, essa tese buscou, por meio de oito experimentos, modular a plasticidade multissensorial das representações espaciais e corporais na percepção sensório-motora da propriedade corpórea, assim como estabelecer as diferenças dos espaços peripessoal e extrapessoal. A amostra foi de 200 participantes com desenvolvimento típico, de ambos os gêneros, com idades entre 18 e 40 anos, nível de escolaridade cursando nível superior ou superior completo, visão normal ou corrigida, lateralidade da mão à direita. Os resultados dos experimentos revelaram que a ETCC no CPP direito modulou a velocidade do processamento da integração visuo-tátil-proprioceptiva na percepção imediata da propriedade corporal; a recalibração proprioceptiva do posicionamento da mão foi modulado pela ETCC anódica no CPP direito quando a tarefa de atenção visuoespacial foi exibida no espaço peripessoal e pela ETCC catódica no CPM direito quando a tarefa de atenção visuoespacial foi exibida no espaço extrapessoal. Por fim, os resultados sugeriram robusta interação crossmodal no espaço peripessoal e diminuição dessa interação no espaço extrapessoal.

Palavras-chaves: Integração multissensorial, esquema corporal, espaço peripessoal, ilusão da mão de borracha, estimulação transcraniana por corrente contínua.

ABSTRACT

Sensory representation is present in the processing of location information and positioning of the body as well as in the environment around the body where the motor action is performed. The interaction of spatial and body perception can be modulated by the plastic effect of multisensory integration with the use of perceptual tools or illusions as in the rubber hand illusion (RHI), which through the multisensory experience of spatial and temporal congruence of visual, tactile and proprioceptive inputs can to change the perception of body ownership, body schema and peripersonal space. Evidence suggests that transcranial stimulation technologies, such as transcranial direct current stimulation (tDCS), are also promising for neuromodulation of multisensory integration of body schema and peripersonal space. In this line, the objective of this study was, through eight experiments, to modulate the multisensory plasticity of spatial and bodily representations in the sensory-motor perception of body ownership, as well as to establish the differences of peripersonal and extrapersonal spaces. 200 participants with typical development, of both sex, aged between 18 and 40 years, normal or corrected vision, right hand laterality. The eight experiments revealed that tDCS in the right PPC modulated the processing speed of visuo-tactile-proprioceptive integration in the immediate perception of body ownership; the proprioceptive recalibration of the hand positioning was modulated by the anodal tDCS in the right PPC and the attentional visuospatial task was displayed in the peripersonal space; and by the cathodal tDCS in the right CPM and the attentional visuospatial task was displayed in the extrapersonal space. Finally, the results suggested robust cross-modal interaction in the peripersonal space and decrease of this interaction in extrapersonal space.

Keywords: Multisensory Integration, Body Schema, Peripersonal Space, Rubber Hand Illusion, transcranial Direct Current Stimulation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. Representação do espaço peripessoal e espaço extrapessoal..... | 23 |
| FIGURA 2. Estrutura neuroanatômica das áreas cerebrais das zonas heteromodais..... | 27 |
| FIGURA 3. Estímulos visuo-táteis durante a realização da ilusão da mão de borracha..... | 31 |
| FIGURA 4. Representação das linhas bisseccionadas..... | 53 |
| FIGURA 5. Representação esquemática do estímulo utilizado na tarefa <i>Landmark</i> | 54 |
| FIGURA 6. Aparelho de estimulação transcraniana por corrente contínua..... | 55 |
| FIGURA 7. Montagens dos eletrodos para estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior direito e córtex pré-motor | 56 |
| FIGURA 8: Desenho experimental dos experimentos 1 e 2..... | 59 |
| FIGURA 9: Desenho experimental dos experimentos 3 e 4..... | 71 |
| FIGURA 10: Desenho experimental dos experimentos 5 e 6..... | 81 |
| FIGURA 11: Desenho experimental dos experimentos 7 e 8..... | 81 |

LISTA DE FOTOS

| | |
|--|----|
| FOTO 1. Sincronização e congruência espacial dos pincéis nas mãos real e de borracha..... | 33 |
| FOTO 2. Próteses de mãos masculina e feminina..... | 49 |
| FOTO 3. Equipamento eletrônico usado para indução da ilusão da mão de borracha. | 50 |
| FOTO 4. Localização proprioceptiva realizada antes e depois da ilusão da mão de borracha..... | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| TABELA 1. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 1 e 2..... | 61 |
| TABELA 2. Dados da ilusão da mão de borracha e ETCC no córtex parietal posterior e no córtex pré-motor..... | 64 |
| TABELA 3. Efeitos colaterais pós-ETCC e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 1 e 2..... | 66 |
| TABELA 4. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 3 e 4..... | 74 |
| TABELA 5. Efeitos colaterais pós-ETCC e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 3 e 4..... | 79 |
| TABELA 6. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 5 e 6..... | 85 |
| TABELA 7. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 7 e 8..... | 86 |
| TABELA 8. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibida no espaço peripessoal e ETCC no córtex parietal posterior..... | 95 |
| TABELA 9. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibida no espaço peripessoal e ETCC no córtex pré-motor..... | 96 |
| TABELA 10. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibida no espaço extrapessoal e ETCC no córtex parietal posterior..... | 99 |
| TABELA 11. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibida no espaço extrapessoal e ETCC no córtex pré-motor..... | 100 |
| TABELA 12. Efeitos colaterais pós-ETCC e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 5 e 6..... | 101 |
| TABELA 13. Efeitos colaterais pós-ETCC e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 7 e 8..... | 101 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICOS 1. Representação gráfica das médias do PSE_experimento 3_córtex parietal posterior..... | 76 |
| GRÁFICOS 2. Representação gráfica das médias do PSE experimentos 3 e 4_córtex pré-motor..... | 78 |
| GRÁFICOS 3. Representação gráfica das médias do PSE _experimento 5_córtex parietal posterior..... | 88 |
| GRÁFICOS 4. Representação gráfica das médias do PSE _experimento 6_córtex pré-motor..... | 89 |
| GRÁFICOS 5. Representação gráfica das médias do PSE _experimento 7_córtex parietal posterior..... | 91 |
| GRÁFICOS 6. Representação gráfica das médias do PSE_experimento 8_córtex parietal pré-motor..... | 92 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| IMB | Ilusão da Mão de Borracha |
| ETCC | Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua |
| CPP | Córtex Parietal Posterior |
| VIP | Área Intraparietal Ventral |
| LIP | Área Intraparietal Lateral |
| CPM | Córtex Pré-Motor |
| CPMv | Córtex Pré-Motor ventral |
| CR | Campo Receptivo |
| SII | Córtex Somatossensorial Secundário |
| LOC | Córtex Occipito-Temporal Lateral |
| IRMf | Imagem por Ressonância Magnética Funcional |
| BOLD | Oxigenação no sangue sinal dependente |
| EMT | Estimulação Magnética Transcraniana |
| EMTr | Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva |
| AVC | Acidente Vascular Cerebral |
| V1 | Córtex Visual Primário |
| Q1-Q9 | Afirmativas referente ao questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha |
| EEG | Eletroencefalograma |
| BSD | Baixa Sensibilidade Discriminatória |
| ASD | Alta Sensibilidade Discriminatória |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1 PERCEPÇÃO CORPORAL..... | 19 |
| 2.2 ESQUEMA CORPORAL..... | 21 |
| 2.3 ESQUEMA CORPORAL NO ESPAÇO PERIPESSOAL..... | 22 |
| 2.4 PERCEPÇÃO VISUOESPACIAL..... | 24 |
| 2.5 BASES NEUROFISIOLÓGICAS DO ESQUEMA CORPORAL E ESPAÇO PERIPESSOAL..... | 26 |
| 2.6 PARADIGMA DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA..... | 30 |
| 2.6.1 Percepção corporal: propriedade corporal da mão de borracha e deslocamento proprioceptivo..... | 33 |
| 2.6.2 Percepção espacial: Limites do espaço peripessoal..... | 34 |
| 2.6.3 Bases neurofisiológicas da ilusão da mão de borracha..... | 35 |
| 2.7 NOVAS PERSPECTIVAS PARA MODULAÇÃO DO ESQUEMA CORPORAL E DO ESPAÇO PERIPESSOAL: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua..... | 38 |
| 2.7.1 Estudos da neuromodulação na percepção espacial e corporal..... | 40 |
| 3 OBJETIVOS..... | 44 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL..... | 44 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 44 |
| 4 MÉTODO..... | 46 |
| 4.1 AMOSTRA..... | 46 |
| 4.2 INSTRUMENTOS..... | 46 |
| 4.2.1 Caracterização da amostra..... | 46 |
| 4.2.2 Ilusão da mão de borracha..... | 48 |
| 4.2.3 Percepção espacial: bissecção de linhas horizontais..... | 52 |
| 4.2.4 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua..... | 54 |
| 4.3 ASPECTOS ÉTICOS..... | 57 |
| 5 RESULTADOS: procedimento, análise estatística e resultados por experimento | 58 |
| 5.1 EXPERIMENTOS 1 e 2- Modulação da ilusão da mão de borracha pela estimulação transcraniana por corrente contínua..... | 58 |
| 5.1.1 Amostra..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.2 Desenho experimental..... | 58 |
| 5.1.3 Procedimento experimental..... | 59 |
| 5.1.4 Análise de dados..... | 60 |
| 5.1.5 Resultados..... | 60 |
| 5.1.6 Discussão..... | 66 |
| 5.2 EXPERIMENTOS 3 e 4 - Modulação da percepção espacial pela estimulação transcraniana por corrente contínua..... | 70 |
| 5.2.1 Amostra..... | 70 |
| 5.2.2 Desenho experimental..... | 70 |
| 5.2.3 Procedimento experimental..... | 71 |
| 5.2.4 Análise de dados..... | 72 |
| 5.2.5 Resultados..... | 74 |
| 5.3 EXPERIMENTO 5 e 6, 7 e 8: Modulação da percepção visuoespacial e percepção corporal no espaço peripessoal e espaço extrapessoal por meio da estimulação transcraniana por corrente contínua e da ilusão da mão de borracha..... | 80 |
| 5.3.1 Amostra..... | 80 |
| 5.3.2 Desenho experimental..... | 80 |
| 5.3.3 Procedimento experimental..... | 82 |
| 5.3.4 Análise de dados..... | 83 |
| 5.3.5 Resultados..... | 85 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 102 |
| 6.1 LIMITAÇÕES..... | 112 |
| 6.2 ESTUDOS FUTUROS..... | 113 |
| 7 CONCLUSÃO..... | 114 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 115 |
| APÊNDICES..... | 124 |
| ANEXOS..... | 131 |

1 INTRODUÇÃO

A autoconsciência corporal nos permite sentir o nosso corpo como próprio, e compreender que ele ocupa um lugar no espaço. Essa autoconsciência nos permite controlar e movimentar o corpo em função do desempenho de uma atividade motora. A sensação de autoconsciência corporal, chamada de propriedade corporal, depende de sinais aferentes periféricos que informam o estado e posicionamento do corpo em função do espaço que está ao seu redor e da tarefa que está sendo executada. Os neurônios responsáveis pela recepção dessas informações podem ser unimodal, que respondem a estímulo de única modalidade, e bimodais ou multimodais, que respondem a estímulos de duas ou mais modalidades.

Esses estímulos são integrados e processados em regiões heteromodais nas áreas subcorticais e corticais do cérebro como o córtex parietal posterior e o córtex pré-motor. Os neurônios, em grande parte bimodais, respondem rapidamente a estímulos sensoriais apresentados no espaço próximo ao corpo, chamado de espaço peripessoal. É nesse espaço que acontece as principais ações motoras, então, é comum que esses neurônios apresentem campos receptivos táteis e visual, por exemplo, em um único neurônio. Portanto, quando dois estímulos sincrônicos e de congruência temporal e espacial são apresentados ocorre uma forte interação entre esses estímulos e rapidamente essas informações são recebidas, podendo ser processadas de forma sobrepostas e respostas eferentes são enviadas como uma única resposta, chamada de interação crossmodal. Quanto mais próximos do corpo esses estímulos são apresentados mais facilmente essa interação por sobreposição de informações acontece, e pode induzir a “erros” de interpretação. Esses “erros” são a base das ilusões perceptivas, como a ilusão da mão de borracha.

A ilusão da mão de borracha (IMB) é uma ilusão perceptiva induzida por estímulos visuo-tátil-proprioceptivo. Estímulos táteis sincrônicos são produzidos por pincéis na mão do indivíduo (ocluída da visão) e em uma mão de borracha vista (posicionada de forma congruente ao corpo). Esses estímulos são processados de forma integrada e a sobreposição dos estímulos induzem a sensação de propriedade corporal da mão de borracha e a mudança da sensação de posição proprioceptiva da mão do indivíduo em direção a mão de borracha. As principais áreas cerebrais que estão envolvidas na IMB são zonas heteromodais responsáveis pela integração multissensorial das representações do corpo e do espaço.

Nessa linha, na compreensão que a integração multissensorial é base neurofisiológica para a formação da representação do corpo, e que as suas respostas dependem do espaço que os estímulos estão sendo apresentados, fazem-se necessários estudos que buscam estabelecer

conexões entre os padrões de atividade neural e as representações corporais e espaciais, assim como, entender a sua influência na plasticidade multissensorial. Dessa forma, essa tese de doutorado, integra a tecnologia da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), a IMB e uma tarefa de atenção visuoespacial no intuito de modular a integração multissensorial das representações corporal e espacial. Os oito experimentos em conjunto buscaram responder (i) a relação da percepção sensório-motora promovida pela IMB com o esquema corporal; e (ii) qual a sua relação com o espaço da ação motora; (iii) a possibilidade de modificar proprioceptivamente a representação corporal; (iv) a relação das áreas cerebrais CPM e CPP com o esquema corporal; e (v) qual a relação dessas áreas cerebrais com a percepção visuoespacial quando realizada no espaço da ação motora; e (vi) no espaço extrapessoal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PERCEPÇÃO CORPORAL

A maior parte das atividades desempenhadas no dia-a-dia é realizada automaticamente e não nos damos conta de quão complexos e sofisticados são os mecanismos neurais e psicológicos básicos que envolvem a percepção do nosso corpo, do espaço que está ao nosso redor, da execução da ação motora propriamente dita (MARAVITA; SPENCE; DRIVER, 2003) e como o nosso cérebro modula essa percepção por meio de estímulos multissensoriais envolvidos nesse processo.

Temos a consciência de que nosso corpo nos pertence, com isso não observamos e controlamos os nossos movimentos enquanto realizamos a atividade (MARAVITA; SPENCE; DRIVER, 2003). A autoconsciência corporal está centrada nas nossas experiências subjetivas impregnadas no nosso corpo físico (GILLIHAN; FARAH, 2005). É por meio dessa autoconsciência corporal que entendemos que temos um corpo e que o sentimos como próprio, compreendemos que este corpo ocupa um local no espaço e que existe um espaço ao seu redor. A formação dessa autoconsciência do próprio corpo depende da integração de sinais corporais de diferentes modalidades sensoriais, e é primariamente determinada pelas entradas proprioceptivas e vestibulares que sinalizam a localização das partes do corpo e de todo o corpo no espaço, assim como da informação visual que sinaliza o formato e estrutura do corpo e que está dentro de um espaço limitado ao redor do corpo, denominado espaço peripessoal (ver BLANKE; SLATER; SERINO, 2015).

A autoconsciência corporal pode ser expressa por meio das sensações de propriedade corpórea e de agência motora. A sensação de agência precede uma ação motora e envolve o componente eferente, pois os comandos motores gerados centralmente precedem o movimento voluntário (TSAKIRIS; PRABHU; HAGGARD, 2006). É a intenção e execução de ações e permite a sensação do controle do movimento do próprio corpo na atividade (GALLAGHER, 2000; TSAKIRIS; PRABHU; HAGGARD, 2006). A *propriedade do corpo* está relacionada à sensação da presença do próprio corpo físico (EVANS, 2013). Segundo Gallagher (2000) é a sensação de que “o meu corpo” pertence a mim, e está sempre presente na minha vida mental. Esse sentimento de apropriação do corpo está presente durante as ações voluntárias, assim como durante as experiências passivas (TSAKIRIS; PRABHU; HAGGARD, 2006).

A sensação de propriedade envolve um forte componente aferente, por meio de sinais periféricos que indicam o estado do nosso corpo (TSAKIRIS; PRABHU; HAGGARD, 2006). Esses sinais periféricos podem ser advindos de estímulos sensoriais de apenas uma modalidade, ou seja, unimodal (EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM 2005), como por exemplo, a sensação do toque de um algodão em uma parte do corpo sem o auxílio da visão. No entanto a experiência multimodal, que consiste na interação de estímulos de modalidades diferentes, permite uma melhor compreensão do processamento sensorial relacionado ao corpo, como por exemplo, a possibilidade de ver a sua mão sendo tocada por um algodão (TSAKIRIS *et al.*, 2007). Essas informações aferentes são conduzidas para níveis subcorticais e corticais do cérebro tornando a percepção consciente do corpo (HAGGARD; TAYLOR-CLARKE; KENNETT, 2003). Portanto, o senso de propriedade corporal deve ser considerado como o resultado de processos do cérebro que integram diferentes sinais sensoriais (somatossensoriais, vestibulares, visual), e geram representações do corpo que são cruciais para a percepção corporal e para a ação motora (BOTVINICK; COHEN, 1998; KILTENI *et al.*, 2015; MEDINA; COSLETT, 2010; SCHWOEBEL; COSLETT, 2005; MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008; TSAKIRIS, 2010; EVANS, 2013).

Nesse sentido, evidências (SCHWOEBEL; COSLETT, 2005; MEDINA; COSLETT, 2010; SERINO; HAGGARD, 2010) sugerem três tipos de representações do corpo, a fim de perceber o corpo e interagir com o ambiente sensorial e social (ASSAIANTE *et al.*, 2014): (1) descrição estrutural do corpo, considerado o mapa topológico das partes do corpo, advindos principalmente de estímulos visuais; (2) imagem do corpo, é a representação corporal chamada de externa ou consciente (MARAVITA; IRIKI, 2004). O indivíduo está ciente do seu corpo, e a imagem do seu corpo estabelecida por ele tem relação com aspectos afetivos como atitudes em relação ao próprio corpo, e no julgamento no que se diz respeito às normas sociais e culturais (COSTANTINI; HAGGARD, 2007; TROJAN, 2015). (3) E o *esquema corporal*, foco do presente estudo, é considerado a representação interna ou inconsciente do corpo (MARAVITA; IRIKI, 2004; TROJAN, 2015). Gallagher (2000) define o esquema corporal como um sistema de capacidades sensório-motoras que funciona de forma inconsciente ou sem a necessidade de um acompanhamento perceptual do corpo. É a representação dinâmica das posições das partes do corpo em movimento ou na forma estática (SCHWOEBEL; COSLETT, 2005; COSTANTINI; HAGGARD, 2007).

2.2. ESQUEMA CORPORAL

As posições espaciais das partes do corpo e dimensões são calculadas por meio da combinação de informações provenientes de diferentes modalidades somatossensoriais, como a propriocepção, cinestesia e o tato (HAGGARD; TAYLOR-CLAKE; KENNETT, 2003; MARAVITA; IRIKI, 2004; CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009). A visão auxilia nessa formação do esquema, mas não é uma informação sensorial essencial (CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009; TROJAN, 2015). A propriocepção é considerada a principal fonte de informação para o esquema corporal, pois tem a função de localizar de forma intrínseca a posição do corpo no espaço (LONGO et al., 2009; LONGO; MANCINI; HAGGARD, 2015; TROJAN, 2015). Então, a integração múltipla desses sinais sensoriais é crucial para construção e manutenção da representação do corpo no espaço (HAGGARD; TAYLOR-CLAKE; KENNETT, 2003; MARAVITA; SPENCE; DRIVER, 2003; MARAVITA; IRIKI, 2004). Além disso, essas informações multissensoriais interagem com os sistemas motores na ação motora, tornando o esquema corporal capaz de localizar e perceber a posição da parte do corpo no espaço (SCHWOEBEL; COSLETT, 2005; MEDINA; COSLETT, 2010; MANCINI et al., 2011; MARGOLIS; LONGO, 2015), e contribuir para a execução da ação envolvida na interação com o ambiente (ASSAIANTE et al., 2014).

Além da interação do esquema corporal com o ambiente, estudos demonstraram a interação do esquema corporal e da interação social. Estudos mostraram evidências da relação das representações internas da ação e do prejuízo na interação social (CENTELLES et al., 2011; ASSAIANTE et al., 2014) como na comunicação verbal e não verbal (HASWELL et al., 2009). Haswell e colaboradores (2009) mensuraram os padrões de generalização para entender como as crianças aprendem a controlar um instrumento novo. Para aprender a executar um movimento, o cérebro constrói uma associação entre comandos motores e feedback sensorial. Esses modelos internos permitem que o cérebro preveja as consequências sensoriais dos comandos autogerados, e produza comandos motores que maximizem o movimento com menor esforço. A tarefa desse estudo foi um jogo que utilizava um braço robótico na mão da criança para capturar os animais que tinham fugido de um zoológico. Foram medidos os padrões de generalizações de como as crianças aprenderam a controlar um instrumento novo e foram relacionados com a avaliação da função motora geral, com a interação social e com a imitação (praxia). Os resultados demonstraram que o cérebro de crianças com transtorno do espectro autista (TEA) construiu uma maior associação entre comandos motores autogerados e a propriocepção, quando comparadas as crianças com

desenvolvimento típico. Além de mostrarem que quanto maior foi dependência proprioceptiva dessas crianças na tarefa, maior a deficiência na função motora geral, na interação social e na imitação (praxia).

A construção neural do esquema corporal é formada ao longo da vida, no qual ocorre a atualização dinâmica durante a infância, a partir das experiências sensoriais vivenciadas pelo corpo e na sua interação com o ambiente, de forma isolada ou no movimento. Sendo essa experimentação sensorial, essencial para a eficiência da ação motora e da habilidade funcional com o uso de ferramentas em um determinado espaço (HOLMES; SPENCE, 2004; MARAVITA; IRIKI, 2004; CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009; ASSAIANTE et al., 2014).

2.3. ESQUEMA CORPORAL NO ESPAÇO PERIPESSOAL

No que se referem à eficiência da ação motora, estudos trazem evidências de que o esquema corporal está fortemente ligado ao espaço da ação motora, o espaço peripessoal, pois a ação molda tanto as representações do corpo quanto a do espaço, resultando em uma sobreposição entre esses dois conceitos (CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009). Como por exemplo, na manipulação do objeto (segurar e mover) é necessário que o cérebro processe as informações do espaço da ação motora (o objeto alvo e o ambiente) – espaço peripessoal –, assim como a localização espacial da parte do corpo envolvida na ação – esquema corporal.

Dessa forma, o espaço peripessoal pode ser definido como a região imediatamente ao redor do corpo (MARAVITA; SPENCE; DRIVER, 2003; AVENANTI; ANNELA; SERINO, 2012) e o seu limite corresponde a extensão máxima dos membros superiores de cada indivíduo (CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009; TROJAN, 2015). A partir desse limite o espaço pode ser considerado então como o espaço extrapessoal (AVENANTI; ANNELA; SERINO, 2012; CAÇOLA; GABBARD, 2012), ou seja, é um espaço que está além da ação motora do indivíduo e só pode ser acessado por meio de uma ferramenta (real ou virtual) que prolongue o esquema corporal, e, conseqüentemente o espaço da ação motora (FIGURA 1) (HOLMES; CALVERT; SPENCE, 2004; CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009; VAESSEN, 2012). Segundo Caçola e Gabbard (2012), com um instrumento é possível alterar, pelo menos temporariamente, o esquema corporal, resultando na modificação da representação de um indivíduo no espaço e pode modular as fronteiras entre o espaço peri e extrapessoal (HOLMES; CALVERT; SPENCE, 2004; LONGO; LOURENÇO, 2006; CAÇOLA; GABBARD, 2012).

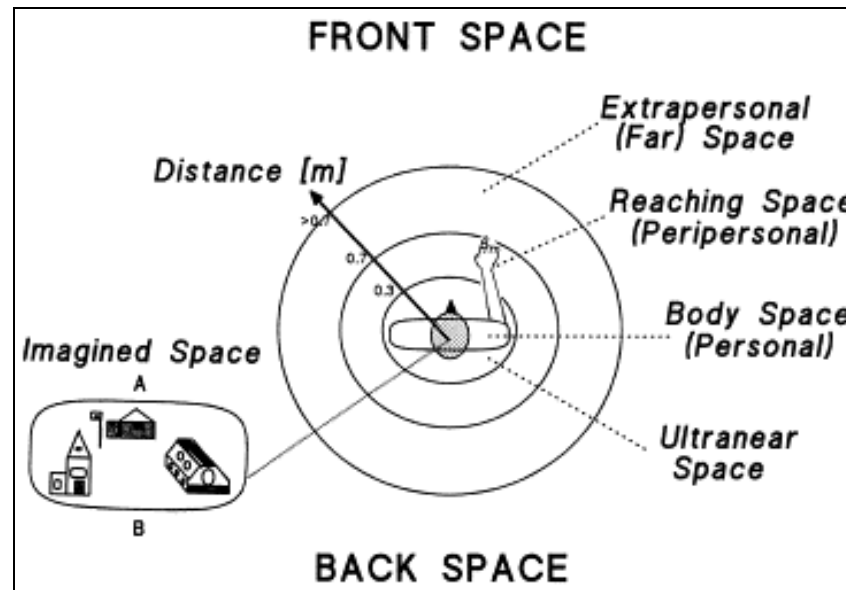


FIGURA 1. Representação do espaço peripessoal e espaço extrapessoal.

Fonte: Emodied Cognition – part 2. Leonard Press (2012).

Disponível: <https://visionhelp.wordpress.com/2012/11/22/emodied-cognition-part-2/>. Acessado em: 19.04.2017.

O espaço e a sua modulação são determinados pela integração multissensorial de informações visual, tátil, proprioceptiva e auditiva, e constitui uma interface entre o corpo e o meio ambiente para interação na ação motora, sendo essa interface tão próxima que autores consideram que o espaço peripessoal sobrepõe a extensão do esquema corporal com o uso de determinadas ferramentas durante a ação (CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009; HOLMES, 2012, TROJAN, 2015). Essa sobreposição acontece devido aos efeitos plásticos da representação multissensorial existentes no esquema corporal e espaço peripessoal (IRIKI; TANAKA; IWAMURA, 1996; ELK; BLANKE, 2011; HOLMES, 2012).

A plasticidade das representações corporal e espacial pode ser demonstrada com o uso de um instrumento cotidiano como o garfo, que é incorporado ao esquema corporal ampliando para extremidade do instrumento à capacidade funcional (HOLMES; CALVERT; SPENCE, 2004; ELK; BLANKE, 2011). A habilidade para o manuseio desse instrumento depende do espaço que está sendo utilizando: quanto mais próximo o garfo estiver da linha média corporal (espaço peripessoal), melhor a habilidade para manuseá-lo, entretanto essa habilidade diminui à medida que se distancia da linha média do corpo e se aproxima do espaço extrapessoal (MARAVITA; IRIKI, 2004). Vale ressaltar que estudos mostraram que o redimensionamento dinâmico do espaço peripessoal após o uso de um instrumento varia

conforme o comprimento do instrumento utilizado, e está relacionado especificamente na parte funcionalmente eficaz do instrumento (FARNÈ; IRIKI; LÀVADAS, 2005; FARNÈ; SERINO; LÀDAVAS, 2007; VAESEN, 2012), e não apenas do seu comprimento absoluto (FARNÈ; IRIKI; LÀVADAS, 2005; VAESEN, 2012). Diante do exposto, foi verificado o quão plástica é a representação corporal e espacial e o quanto a interferência do ambiente e do instrumento utilizado na ação pode modular a resposta ao estímulo.

2.4. PERCEPÇÃO VISUOESPACIAL

Explorando um pouco mais essas informações, evidências (VUILLEUMIER et al., 1998; BJOERTOMT; COWEY; WALSH, 2002; HOLMES; CALVERT; SPENCE, 2004; LONGO; LOURENCO, 2006) sugerem que as respostas aos estímulos ou tarefas podem mudar de acordo com a distância que são apresentados, tendo como referência a linha média corporal. Isso ocorre devido ao processamento hemisférico do estímulo e da maior intensidade da integração multissensorial quando o estímulo sensorial é apresentado no espaço da ação motora (espaço peripessoal) (PRESTON, 2013).

Longo e Lourenço (2006) realizaram um estudo com a tarefa de bissecção de linhas para investigar o efeito do uso de instrumentos, o laser point e a vara, na tarefa de percepção espacial no espaço peripessoal e no espaço extrapessoal. No uso do laser point os participantes apresentaram um viés à esquerda do ponto-médio da linha no espaço peripessoal com deslocamento gradativo do viés para à direita no espaço extrapessoal. No uso da vara foi observado o viés à esquerda do ponto-médio da linha em todas as distâncias. Os resultados sugeriram que é possível acessar o espaço extrapessoal com o uso de um instrumento, e que ocorre uma mudança gradual do deslocamento do viés à esquerda para a direita conforme à distância da apresentação da tarefa com o uso do laser point. (LONGO; LOURENCO, 2006, 2010). Como descrito por Longo e Lourenco (2006), indivíduos com desenvolvimento típico apresentam ligeiro desvio para a esquerda, chamado de pseudonegligência, após o teste de bissecção de linhas realizados no espaço peripessoal (HOLMES et al., 2007). A pseudonegligência foi descrita por Bowers e Heilman (1980) no qual é atribuído a dominância hemisférica à direita para uma tarefa visuoespacial.

Segundo Fierro e colaboradores (2006), a assimetria espacial hemisférica, a pseudonegligência, pode ser explicada pela grande representação espacial bilateral no hemisfério direito, e isso facilita o deslocar a atenção espacial para ambos os lados, porém com um viés contralateral, o que torna o lado esquerdo mais eficaz na habilidade do

processamento. Halligan e Marshall (1991), demonstraram por meio do teste de bissecção de linhas que um participante com lesão no hemisfério direito apresentou um importante viés à esquerda visuoespacial no espaço peripessoal com aumento da sensibilidade da tarefa, enquanto que no espaço extrapessoal o viés foi atenuado ou abolido. Esse resultado evidenciou a dominância da percepção visuoespacial no hemisfério direito do cérebro.

Os fenômenos da pseudonegligência e da negligência da percepção visuoespacial por uma lesão no hemisfério direito, estão interligados e revelam assimetrias cerebrais complementares no controle neural da atenção visuoespacial típica e por lesão, e ambos são influenciados por estímulos e variáveis de tarefas de percepção visuoespacial (MCCOUNT, 2001). Existem diferentes tipos de testes de percepção visuoespacial que utilizam o princípio de bissecção de linhas para verificar a assimetria hemisférica (ver MCCOUNT; JEWEL, 1999).

Estudos prévios mostraram que a população típica apresenta robusta percepção do ponto-médio da linha com viés à esquerda da linha bisseccionada (MCCOUNT, 2001; GIGLIA et al., 2011; BENWELL et al., 2013), porém alguns autores demonstraram que uma parte desses indivíduos não apresentam viés à esquerda para a percepção do ponto-médio da linha ou apresentam viés à direita no julgamento dessas mesmas linhas (BRAUN; KIRK, 1999; BENWELL et al, 2014-2015). Estudos revelam que ainda não está claro se realmente existem diferentes subtipos de percepção visuoespacial (percepção do ponto-médio da bissecção da linha com viés à esquerda, com viés à direita e sem viés), ou se as diferenças são da metodologia experimental adotada. McCCount (2001) realizou um experimento para avaliar a consistência de bissecção de indivíduos jovens típicos e revelou que 91% dos participantes apresentaram a percepção visuoespacial deslocada para à esquerda no teste de bissecção de linhas de escolha forçada, enquanto que 9% perceberam o ponto-médio da linha com viés à direita. E concluiu que a medida de bissecção de escolha forçada é altamente confiável com baixa incidência de viés à direita no julgamento da percepção do ponto-médio da linha bisseccionada. Nessa linha, outros estudos foram realizados com o mesmo objetivo de identificar quais os fatores metodológicos poderiam influenciar o viés à direita na percepção visuoespacial no teste de bissecção de linhas (ver também MCCOUNT; JEWEL, 1999): (1) idade, no estudo realizado por Benwell e colaboradores (2014), demonstraram viés à direita no vetor atencional em participantes com envelhecimento saudável; (2) tamanho da linha, linhas com tamanhos muito pequenos apresentaram percepção com viés oposto, à direita (MCCOUNT; JEWEL, 1999; RUEKERT, et al., 2002; BENWELL et al., 2013); (3) tempo de

realização da tarefa de bissecção de linhas, quanto maior o tempo de realização, maior é o viés à direita da atenção espacial (DUFOURT; CANDAS, 2007; BENWELL et al., 2013).

2.5. BASES NEUROFISIOLÓGICAS DO ESQUEMA CORPORAL E ESPAÇO PERIPESSOAL

As bases neurofisiológicas que suportam a flexibilidade e a manutenção da representação espacial (espaço peripessoal) e corporal (esquema corporal) são formadas pela combinação de informações somatossensoriais e visuais do espaço, adjacente ao corpo, além de informações adicionais como as auditivas e térmicas (MARAVITA; IRIKI, 2004; BROZZOLI et al., 2010). Essas representações neurais são construídas por meio de uma rede de interação entre áreas cerebrais corticais e subcorticais que codificam mapas multissensoriais do espaço e da parte do corpo de referência. Além disso, informações de sinais visuais são fornecidas, pelo córtex visual, relativas à localização do corpo e dirigido à parte relevante da representação somatotópica, afim de, transmitir o espaço visual em torno das partes do corpo (HOLMES; SPENCE, 2004; KILTENI et al., 2015).

Para o entendimento do mapa multissensorial e sua relação com as representações corporal e espacial, vamos abordar as estruturas cerebrais de recepção e processamento dos estímulos multissensoriais.

Atualmente as chamadas zonas heteromodais são regiões cerebrais de convergência de estímulos aferentes de múltiplas modalidades sensoriais e contêm neurônios responsivos a mais de um estímulo sensorial. Estudos recentes identificaram grande números dessas zonas no cérebro. Dentre essas áreas estão a porção anterior e posterior do sulco temporal superior, incluindo o córtex de associação temporo-parietal, o córtex parietal posterior (CPP), incluindo as áreas intraparietais, ventral (VIP) e a lateral (LIP), córtex pré-frontal e córtex pré-motor (CPM). As zonas de convergência multissensoriais também têm sido identificadas em estruturas subcorticais incluindo o colículo superior, o claustrum, os núcleos pulvinar medial e supragenicular do tálamo e o complexo amigdalóide (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004; ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010) (FIGURA 2).

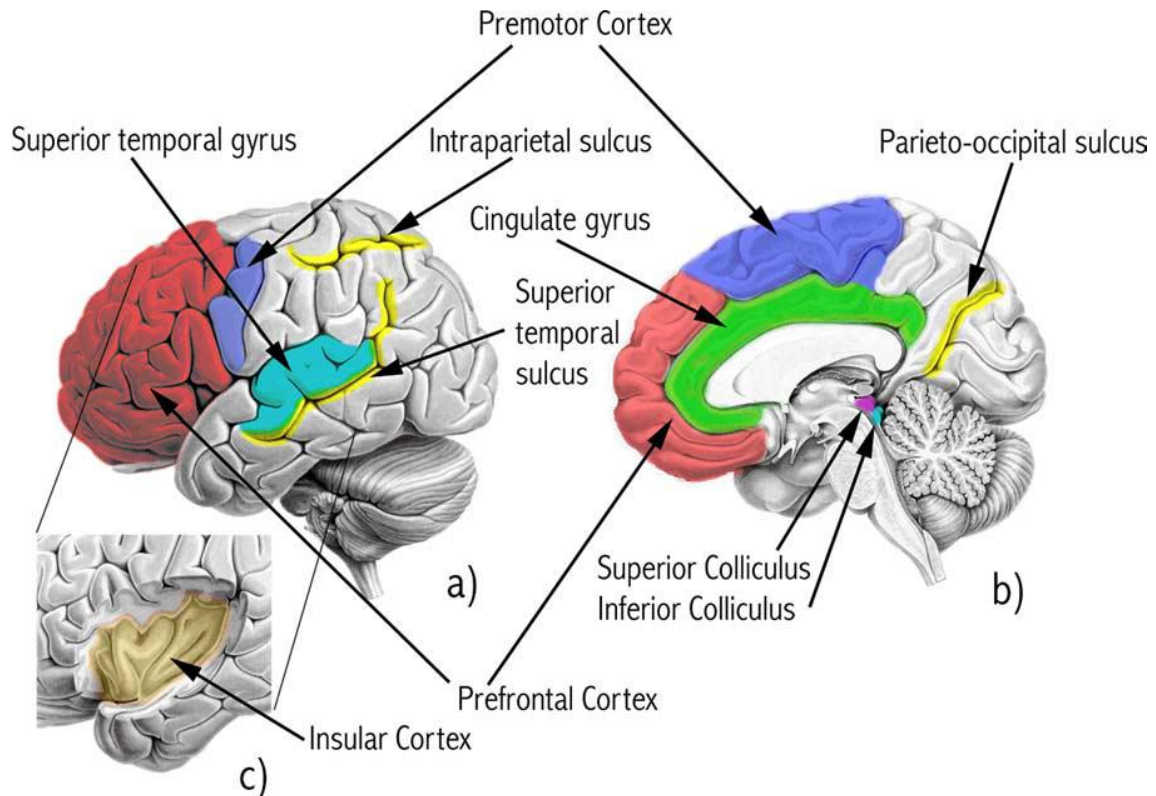


FIGURA 2. Estrutura neuroanatômica das áreas cerebrais das zonas heteromodais. Nas imagens estão identificadas as principais áreas cerebrais, corticais, incluindo sulcus, e subcorticais, que fazem parte da rede neuronal da integração multissensorial. A visão lateral do cérebro é apresentado na imagem (a), a visão médio-sagital na imagem (b) e (c) mostra a visão da ínsula após dissecação do lobo temporal.

Fonte: CALVERT A.; THESEN, T. Multisensory integration: methodological approaches and emerging principles in the human brain. *Journal of Physiology-Paris*, 2004, 98.1: 191-205.

As zonas heteromodais apresentam neurônios com características unimodal, mais principalmente bimodais e multimodais. Esses neurônios recebem informações de mais de uma sensação (estímulos visuais e/ou auditivos, e/ou somatossensoriais) e os campos receptivos dessas células multissensoriais são dispostos para fornecer um mapa funcional do mundo externo (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004; ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010).

No CPP, particularmente as subregiões intraparietais em que neurônios multissensoriais são comuns, contêm várias representações espaciais mapeadas e está envolvido na atenção e em comportamentos dirigidos tais como alcançar e olhar direcionado.

Para facilitar essas funções os mapas em CPP são codificados em eixos de coordenadas comuns, tais como mapas visual-somatossensorial e auditivo-visual (ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010).

No processamento das informações visuo-táteis na percepção do corpo e espaço, na qual o CPP e o córtex pré-motor ventral (CPMv) têm papel fundamental (HOLMES; SPENCE, 2004), os mapas de coordenadas visual-somatossensorial tem a função de codificar a posição do braço no espaço e comparar a posição sentida e a posição vista. E nesse caso, os neurônios multissensoriais estão respondendo aos estímulos táteis e proprioceptivos centrados no braço, mas também aos estímulos visuais. Essas células bimodais têm campos receptivos (CR) responsáveis pelo espaço ao redor da parte do corpo e movem-se quando a parte do corpo muda de posição (GRAZIANO; HU; GROSS, 1997; GRAZIANO, 1999; ZOPF; SAVAGE; WILLIAMS, 2010). Por exemplo, neurônios com campos receptivos táteis no braço direito respondem mais vigorosamente a estímulos visuais no lado direito do espaço. Se o braço é movido para o centro do campo visual, os mesmos neurônios agora respondem preferencialmente aos estímulos visuais no centro do campo visual (GRAZIANO; HU; GROSS, 1997; HOLMES; SPENCE, 2004; GRAZIANO; COOKE, 2006). Então, os neurônios bimodais ajudam a guiar a direção e a distância dos movimentos da cabeça e dos braços principalmente quando os estímulos são apresentados próximos ao corpo (GRAZIANO; HU; GROSS, 1997; GRAZIANO, 1999; GRAZIANO; COOKE, 2006).

Nesse sentido, no estudo realizado por Graziano (1999), demonstrou a convergência dos estímulos visuais e proprioceptivos na representação neural da posição do braço, representada na área do CPM no macaco. O CPM no macaco é uma região de convergência de estímulos tátil, proprioceptivo e visual, e está envolvido no controle do movimento da boca, cabeça e braços. Nos humanos, o CPMv é uma das principais áreas cerebrais de recepção e processamento desses estímulos, pois 40% dos seus neurônios possuem campos receptivos visuais e táteis (GRAZIANO; HU; GROSS, 1997). Esses neurônios respondem à posição do braço sentida quando o braço está sendo visto e respondem de forma semelhante quando a posição de um braço falso é vista no mesmo local que deveria estar o braço real. Essas respostas foram demonstradas em três experimentos utilizando o braço do macaco e um braço semelhante ao real, porém falso, colocados em posições congruentes à linha média do corpo.

No primeiro experimento, os autores observaram que ao mover o braço do macaco os CR visuais foram movidos no espaço na mesma direção, aproximando estímulos visuais à posição do braço. Isso indica que sinais visuais e proprioceptivos estão contribuindo para

informação neural sobre a posição do braço. No segundo experimento, o braço do macaco foi escondido da visão, enquanto que o braço falso substituiu a posição que deveria estar o braço. Ao movimentar o braço falso, os CRs visuais acompanharam na mesma direção, apesar do braço do macaco ter permanecido parado no mesmo local. Isso mostra que sinais visuais influenciam respostas de neurônios sobre a posição do braço. No terceiro experimento, quando o braço do macaco foi escondido embaixo da tela e apenas estímulos proprioceptivos foram fornecidos como senso de localização do braço, a quantidade dos CRs visuais foram reduzidos na movimentação do braço. Então, sinais proprioceptivos sozinhos são capazes de contribuir para informação sobre a posição do braço independentemente de sinais visuais. A combinação dos resultados demonstrou que sinais visuais e proprioceptivos convergem do mesmo neurônio para determinação da posição do braço (GRAZIANO, 1999; HOLMES; SPENCE, 2004).

Esses resultados do estudo de Graziano (1999) reafirmaram o que Fogassi e colaboradores mostraram no estudo realizado em 1996, em que a função do CR visual permanece ancorado à parte do corpo que está sendo estimulada ou quando o mesmo se move no espaço. Como mostrado no segundo experimento do estudo de Graziano (1999), a posição da mão é codificada em relação ao que é sentido e ao que é visto. Porém, se informações visuais fornecidas forem “falsas”, ou seja, quando utilizado um braço falso na posição congruente do braço real ou mesmo com o uso de um espelho, a codificação da posição da mão pode levar a “erros” (HOLMES; SNIJDERS; SPENCE, 2006; ZOPF; SAVAGE; WILLIAMS, 2010). Esses “erros” podem ser induzidos devido a congruência de sinais como visuais-táteis-proprioceptivos, pois, as áreas corticais representam objetos perceptivamente coerentes ou informações semânticas e essa congruência de sinais entre as modalidades sensoriais são chaves para as respostas funcionais. Essa congruência de estímulos, chamada também de interação crossmodal, é determinante na obtenção de fortes respostas multissensoriais de diferentes áreas corticais (ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010).

As interações crossmodal ocorrem principalmente por dois fatores, a sincronicidade e a correspondência espacial dos estímulos. Então, quando dois ou mais estímulos ocorrem no mesmo tempo e no mesmo espaço, eles são tipicamente ligados a uma única percepção e detectado mais rapidamente que um outro estímulo sozinho (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004). A facilitação crossmodal pode ser mostrada no efeito limite de detecção. Frassinetti e colaboradores (2002) mostrou que a sensibilidade dos participantes aos estímulos visuais apresentados abaixo do limite de luminância foi aumentado por um estímulo sonoro

simultâneo apresentado no mesmo local espacial. E esse efeito crossomodal foi interrompido quando os dois estímulos sensoriais foram separados no espaço ou apresentados com atraso no tempo de mais de 500 milissegundos (CALVERT; THESEN, 2004). Quando duas entradas sensoriais são estimuladas de forma simultânea podem ser gerados conflitos de percepção, resultando em ilusões perceptivas, como a ilusão da mão de borracha (IMB) (MARAVITA; SPENCE; DRIVER, 2003; CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009). Nessa ilusão especificamente, há um conflito das informações táteis (por meio de estímulos sincrônicos na mão do indivíduo e na mão de borracha), e visuais (visualização do estímulo tátil na mão de borracha). Os participantes referem uma sensação de propriedade da mão de borracha, “parece que o toque que eu estou sentido está localizado na mão de borracha que eu estou vendo ser tocada” (BOTVINICK; COHEN, 1998; EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; CARDINALI; BROZZOLI; FARNÈ, 2009).

Essa plasticidade da integração multissensorial, por meio de estímulos sensoriais simultâneos (sinais visuais, táteis e proprioceptivos) de congruência espacial e temporal, tem sido vastamente estudada, mostrando que as representações do corpo e do espaço peripessoal podem ser moduladas após segundos de manipulação sensorial, na incorporação de instrumentos, de imagens de espelho, e de objetos inanimados como uma mão de borracha. Essas interações visuo-tátil possibilitam alterar o espaço peripessoal e a percepção do corpo, modificando o esquema corporal e provocando a sensação de propriedade à uma parte do corpo “falsa” (BOTVINICK; COHEN, 1998; HOLMES; SPENCE, 2004; SPENCE et al., 2004; ZOPF; SAVAGE; WILLIAMS, 2010; KILTENI et al., 2015). Dessa forma, as ilusões que manipulam o senso de propriedade do corpo são ferramentas potencialmente experimentais para investigação do esquema corporal e do espaço peripessoal (COSTANTINI; HAGGARD, 2007).

2.6. PARADIGMA DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA

No intuito de compreender a integração multissensorial, a IMB tornou-se um paradigma experimental. Foi inicialmente descrito por Botvinick e Cohen (1998) como sendo uma experiência perceptiva de interação da visão, tátil e propriocepção, suficiente para modular a autoatribuição do corpo. Nessa ilusão, a mão do participante é ocluída da sua visão e substituída por uma prótese com características semelhantes à sua mão. A prótese estará ligeiramente mais próxima da linha média do corpo, promovendo um pequeno desvio espacial

entre as mãos. Para que a ilusão ocorra, é necessário que as mãos sejam estimuladas por pincéis de forma sincrônica no tempo e precisamente no mesmo local espacial da mão (FIGURA 3). Essa interação visuo-tátil-proprioceptivo gera um conflito do que é visto na prótese e o que é sentido na mão que está ocluída, levando a incorporação da mão de borracha pelo esquema corporal, promovendo a sensação de propriedade corpórea e o desvio da posição percebida proprioceptivamente da mão real (BOTVINICK; COHEN, 1998; TSAKIRIS; PRABHU; HAGGARD, 2006; DEMPSEY-JONES; KRITIKOS, 2014).

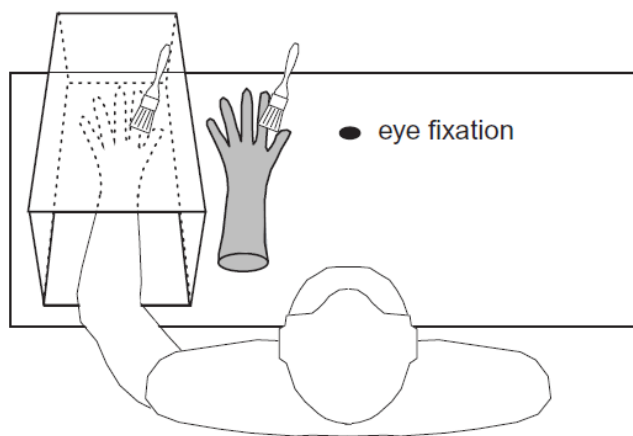


FIGURA 3: Estímulos visuo-táteis durante a realização da IMB.
Fonte: Mussap, Salton, 2006.

Essa plasticidade do esquema corporal experimentada na IMB depende da interação entre a representação interna do corpo pré-existente e a combinação do *feedforward* de entradas sensoriais (COSTANTINI; HAGGARD, 2007). Por isso, a sincronia dos estímulos táteis com os pincéis e a precisão do local do toque na mão de borracha e na mão real são importantes critérios para a indução da ilusão (BOTVINICK; COHEN, 1998; SHIMADA; FUKUDA; HIRAKI, 2009). Botvinick e Cohen (1998) demonstraram que participantes que experimentaram estímulos assincrônicos apresentaram baixa prevalência da ilusão (7%) quando comparados aos estímulos sincrônicos (42%). No estudo realizado por Shimada, Fukuda e Hiraki (2009) foi demonstrado que a discrepância temporal menor que 300 milissegundos entre a estimulação visual do pincel na mão de borracha e da estimulação tátil da própria mão do participante é suficiente para induzir uma forte sensação da IMB.

Outro aspecto discutido atualmente nas pesquisas científicas é o quanto à similaridade da mão de borracha com a mão do indivíduo influencia na intensidade da incorporação da

mão e conseqüentemente na IMB (FARMER; TAJADURA-JIMÉNEZ; TSAKIRIS, 2012). Os fatores abordados nesses estudos são a textura e coloração da pele (HAANS; IJSSELSTEIJN; DE KORT, 2008; FARMER; TAJADURA-JIMÉNEZ; TSAKIRIS, 2012; MAISTER et al., 2013; PECK et al., 2013; BUFALARI et al., 2014), tamanhos diferentes de mãos (HEED et al., 2011), e a diferença entre mão de borracha e objetos. No estudo realizado por Haans e colaboradores (2008), compararam a intensidade da IMB quando utilizada uma prótese semelhante a mão real e uma luva com cor e textura de pele diferentes. E observaram que a intensidade da IMB diminuiu significativamente quando utilizada a luva (HAANS; IJSSELSTEIJN; DE KORT, 2008). Quando a mão de borracha tem característica semelhantes a uma mão real, porém com a cor referente a outro grupo étnico, como a negra, é possível induzir a IMB, como mostrado por Maister e colaboradores (2013), porém com o tempo para a sensação inicial da ilusão maior quando comparado ao tempo de indução com a prótese de coloração do mesmo grupo étnico.

Ainda no que se refere às características entre a mão de borracha e a mão real, estudos observaram que tamanhos de mão de borracha induzem a diferentes intensidades da IMB. As mãos de tamanho maior geraram ilusão mais intensa, quando comparados com mãos de borracha de tamanho menor (PAVANI; ZAMPINI, 2007; BRUNO; BERTAMINI, 2010). Além da semelhança entre as mãos, a congruência espacial do posicionamento da mão de borracha em relação à mão real tem influência direta na intensidade da IMB (LLOYD, 2007; DAVIES; WHITE; DAVIES, 2013; PRESTON, 2013), como mostrado por Guterstam, Petkova e Ehrsson (2011). Observaram que ao posicionar a mão de borracha com rotação de 180° ou em posição oposta à mão do participante a ilusão foi abolida. Entretanto, a sensação da ilusão aumentou quando a mão de borracha foi posicionada próximo a linha média do corpo, com uma distância de até 30 cm, e congruente ao posicionamento da mão real (*ver MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008; LLOYD, 2007; DAVIES; WHITE; DAVIES, 2013; KALCKERT; EHRSSON, 2014*).

O conjunto desses critérios metodológicos estudados como a sincronização e precisão dos pincéis, congruência e semelhança entre a mão de borracha e mão real, tem o intuito de compreender as multifacetadas do paradigma e otimizar o efeito da ilusão nas pesquisas experimentais (FOTO 1). Estudos recentes têm demonstrado interesses nos seguintes efeitos da IMB: a sensação de incorporação da mão de borracha pelo esquema corporal - *propriedade corporal* (1); a mudança da sensação de posição da mão do indivíduo - *Deslocamento proprioceptivo* (2); e a maleabilidade do espaço ao redor da parte do corpo - *Limites do espaço peripessoal* (3) (EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; TSAKIRIS, 2010).



FOTO 1: Sincronização e congruência espacial dos pincéis nas mãos real e de borracha.

Fonte: Próprio autor.

2.6.1. Percepção corporal: Propriedade corporal da mão de borracha e Deslocamento proprioceptivo

A flexibilidade da representação do corpo na IMB promovida pela interação visuotátil-proprioceptivo, durante a sincronia do toque dos pincéis na mão de borracha e na mão real e a visualização desse toque na mão de borracha gera uma alteração da percepção do próprio corpo, permitindo ao participante sentir o corpo do outro, neste caso a mão de borracha, como sendo parte do seu próprio corpo (BOTVINICK; COHEN, 1998; EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; TSAKIRIS; HAGGARD, 2005; TSAKIRIS, et al., 2007). A incorporação da mão de borracha no esquema corporal gera a sensação de propriedade do corpo do outro. A mensuração da intensidade dessa incorporação da mão é quantificada por um questionário subjetivo com perguntas sobre a experiência ilusória como a sensação de propriedade do corpo, semelhança das mãos, sensação de movimento, de desapropriação da mão real e de adicionamento da terceira mão ao corpo (BOTVINICK; COHEN, 1998; LONGO et al. 2008; GUTERSTAM; PETKOVA; EHRSSON, 2011).

Nesse processo de mudança de atribuição da própria identidade do corpo, ainda é experimentada na ilusão a mudança da sua autolocalização, na qual o participante identifica proprioceptivamente, com os olhos fechados, o posicionamento da mão de borracha como sendo o local da sua própria mão (LONGO et al., 2009; OLIVÉ; BERTHOZ, 2012). Esse

deslocamento da localização percebida da mão real para a mão de borracha tem sido relatado como correlação positiva da propriedade corpórea na ilusão, como no estudo por Botvinick e Cohen (1998), em que 80% dos participantes sentiram a mão de borracha como sendo suas próprias mãos e mostraram que após o experimento houve um deslocamento da sensação de localização da mão para a direita em direção à mão de borracha. No estudo realizado por Riemer e colaboradores (2013), mostraram que as estimulações táteis e visuais da ilusão resultaram em uma robusta incorporação da mão de borracha e do deslocamento proprioceptivo da mão real em direção a mão de borracha.

A mensuração desse deslocamento é considerada objetiva, pois a localização do posicionamento da mão real é realizada com os olhos ocluídos antes e depois do experimento, sendo a diferença dessas medidas considerada o deslocamento da posição percebida da mão real. Entretanto, segundo Rohde, Di Luca e Ernst (2011), a mudança da localização proprioceptiva da mão real não é dependente da estimulação tátil como na sensação de propriedade corpórea, mostrando que a informação visual isolada da mão de borracha pode também ser um fator preditivo para o deslocamento da posição percebida da mão real para a mão de borracha, mas não para a sensação de incorporação da mão. Corroborando esses resultados, Masseli e Slater (2014) observaram que a mudança na autolocalização pode ser gerada a partir da perspectiva da terceira pessoa sobre o corpo apenas visto, inclusive no espaço extrapessoal, entretanto essa mudança da autolocalização não pode estar associada a propriedade corpórea. Na propriedade corpórea é preciso uma sobreposição dos estímulos visuo-tátil-proprioceptivo, como na IMB, para impulsionar a mudança na autolocalização. Os autores concluíram que as mudanças na autolocalização estão associadas a representação dinâmica do espaço peripessoal codificada por neurônios visuo-táteis, e a propriedade corpórea por neurônios visuo-táteis-proprioceptivos. Nesse sentido, para a precisão da avaliação da intensidade da IMB é importante a combinação das mensurações da sensação de propriedade do corpo (subjéctiva) e do deslocamento da posição percebida da mão real (objectiva).

2.6.2. Percepção espacial: Limites do espaço peripessoal

A sensação de propriedade do corpo e a sensação proprioceptiva experimentadas na IMB têm interação directa com o espaço ao redor do corpo. Estudos buscam entender a modulação do espaço peripessoal e quais os seus limites por meio da ilusão. São comparadas distâncias da mão de borracha referente a linha média do corpo, tanto no plano horizontal,

como no plano vertical. Davies, White e Davies (2013) mostraram que nas distâncias testadas (15, 30, 45 e 60 cm) entre a mão de borracha e a linha média do corpo, houve uma diminuição significativa da experiência subjetiva da ilusão a partir de 30 cm de distância. Esses mesmos resultados foram encontrados no estudo realizado por Lloyd (2007), assim como no estudo realizado por Preston (2013), que testou três diferentes posições da mão de borracha (17,5, 35 e 52,5 cm) e verificou que quanto maior a distância da linha média do corpo e da mão do participante menor a IMB. O autor relacionou essas respostas ao espaço peripessoal, ou seja, a IMB aumenta quanto mais próximo do espaço peripessoal a mão de borracha está posicionada.

Os limites espaciais do espaço peripessoal pela IMB também foram encontrados no plano vertical, como demonstrado por Kalckert e Ehrsson (2014). Nesse estudo os autores observaram efeito significativo na propriedade do corpo e no deslocamento proprioceptivo da mão real, na IMB clássica, para as distâncias de 12 e 27,5 cm entre a mão real e a mão de borracha, porém o efeito foi abolido para a distância de 47,5 cm. Nessa linha, a distância da mão de borracha do centro de referência do corpo e da aproximação com o espaço extrapessoal também foi testado pelo aumento do comprimento do braço (prolongamento de 91cm do braço do participante) e verificaram diminuição significativa da intensidade da IMB, como mostrado por Armel e Ramachandran (2003).

Diante do exposto até o momento, foi possível entender como a plasticidade da integração multissensorial (visuo-tátil-proprioceptivo) pode modular as representações corporal e espacial. E dessa forma, compreender como existe a forte relação, ou até a sobreposição, do esquema corporal com o espaço peripessoal demonstrado pela incorporação de uma mão de borracha nessa ilusão perceptiva.

2.6.3. Bases neurofisiológicas da ilusão da mão de borracha

A modulação do esquema corporal e do espaço peripessoal no paradigma da ilusão da mão de borracha pode ser explicada pela semelhança da ativação da circuitaria neuronal na IMB. Estudos mostraram a relação da posição do braço com a experiência consciente de propriedade de um corpo visto (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON et al., 2007; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012). Mas como é possível apropriar uma parte do corpo que não nos pertence, como a mão de borracha? O corpo é distinto de outros objetos principalmente pela correspondência entre os padrões de informação multissensorial. Em relação a posição do corpo há uma correspondência confiável entre a nossa posição do

corpo e como o sentimos. A entrada dos estímulos visuais sobre a postura corporal se relaciona diretamente com as informações proprioceptivas (posição corporal sentida intrinsecamente). Outra correspondência importante é entre a visão e o tato, quando vemos um objeto entrar em contato com a superfície do nosso corpo, prevemos uma sensação tátil. E essas correlações multissensoriais são apresentadas apenas em nossos corpos, mais não em outros objetos (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; BOTVINICK, 2004).

Na IMB a utilização de uma mão que, apesar de ser um objeto, apresenta características semelhantes à mão humana, e a integração dinâmica dos estímulos visuo-tátil-proprioceptivo promovidos pelos pincéis (de congruência temporal e espacial) é capaz de modificar temporariamente a autoatribuição do corpo, tanto na sensação de propriedade do corpo quanto no realinhamento espacial do mapa visuo-proprioceptivo da mão do participante. (BOTVINICK; COHEN, 1998; BOTVINICK, 2004). A autoatribuição do corpo percebida na IMB ativa a rede neuronal de quatro principais áreas cerebrais: o córtex pré-motor ventral bilateral, os sulcos intraparietais esquerdo, o córtex somatossensorial secundário (SII) esquerdo e córtex occipitotemporal lateral (LOC) esquerdo, como demonstrado por estudos de neuroimagem por ressonância magnética funcional (IRMf) (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; BLAKEMORE et al, 2005; GENTILE; PETKOVA; EHRSSON, 2011; OLIVÉ et al. 2015).

As áreas motoras e parietais são reciprocamente conectadas e trabalham paralelamente em circuitos especiais transformando informações sensoriais em ação (RIZZOLATTI; LUPPINO; MATELLI, 1998). A conectividade do CPP e do CPMv e a sua relação com a IMB tem sido amplamente estudada principalmente por serem áreas cerebrais de processamento de estímulos sensoriais e de integração de informações multimodais (LEE; CHAE, 2016; GRIVAZ; BLANKE; SERINO, 2017).

O CPP é responsável pela integração das informações visuais e táteis (ver RIZZOLATTI; LUPPINO; MATELLI, 1998). Ele recalibra as coordenadas de referência somatossensorial sobre as de referência visual, além de corrigir os erros de precisão dessa integração de informações sensoriais (LEE; CHAE, 2016). E por isso, está envolvido fortemente na autolocalização do corpo e das suas partes (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; LLYOD; MORRISON; ROBERTS, 2006; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012), e na percepção do mundo a partir de uma perspectiva originada na posição do corpo no espaço peripessoal (ver SERINO et al 2013). O CPMv recebe sinais aferentes do CPP e por possuir grande quantidade de neurônios bimodais permite representar tanto a

posição vista quanto a sentida da mão, e é ativado quando a mão é tocada ou quando um estímulo visual é apresentado perto da mão (RIZZOLATTI; LUPPINO; MATELLI, 1998; EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012).

Um estudo de neuroimagem revelou que os neurônios do CPMv, que normalmente respondem a estímulos visuais apresentados próximo da mão, também respondem aos estímulos visuais presente perto da mão de borracha (BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON 2012). Isso acontece devido as características unimodal, ou bimodais (visuo-tátil) dos neurônios pré-motores que representam tanto a posição vista quanto a posição sentida da mão, e são ativados quando a mão é tocada ou quando um estímulo visual é apresentado perto da mão. Por isso, o seu importante papel na codificação do espaço peripessoal, e nesse caso, centrada na parte do corpo (RIZZOLATTI; LUPPINO; MATELLI, 1998; EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012).

Nessa linha, os estudos de Ehrsson e colaboradores (2004, 2005) demonstraram a relação do CPM na IMB, por meio da IRMf para mensurar a atividade cortical durante a percepção ilusória usada para manipular a sensação da propriedade corporal da mão de borracha. Na ilusão, foi observado que a atividade pré-motora está associada às células centradas na mão alvo e se tornam ativas ao olhar o pincel perto da mão no espaço peripessoal. E, neste caso, a atividade do córtex forneceu informações sobre a propriedade corporal sinalizando que o objeto (pincel) estava perto da própria mão do participante, definindo assim a zona de fronteira entre o corpo e o ambiente. Assim, os indivíduos que relataram a ilusão mais forte, na condição sincrônica e com posicionamento da mão de borracha congruente a mão real, também apresentaram fortes níveis de *BOLD* (Blood oxygenation level dependent- oxigenação no sangue sinal dependente) no CPM bilateral, havendo uma relação linear entre a avaliação subjetiva da experiência ilusória e do nível de atividade neuronal no CPM, assim como no cerebelo ipsilateralmente. Isso sugere que a atividade do CPM reflete a sensação de propriedade da mão vista, e que a autoatribuição das partes do corpo, ou seja, do esquema corporal, depende da integração multissensorial no CPM.

Petkova e colaboradores (2011) corroboram esses resultados e mostraram que a resposta do *BOLD* no CPMv, por IRMf, foi significativamente relacionada com a força da ilusão, na sincronidade visuo-tátil, quando o corpo foi visto em uma perspectiva de primeira pessoa no espaço peripessoal. Esse estudo fez a comparação da estimulação tátil na mão de borracha e no abdome ligados ao contexto do corpo inteiro, e na mão isoladamente. Foram

observados aumento das ativações no CPMv bilateral, além do córtex intraparietal e putâmen contralateral, quando as partes do corpo estavam ligadas a um corpo inteiro. Isso sugere a existência de um processo de integração multissensorial segmentada por cada parte do corpo, que ligadas formam um sistema unificado perceptual de propriedade de um corpo todo.

Além do CPMv, estudos destacam a importância do CPP na rede neuronal durante a ilusão. Dados neurofisiológicos e de neuroimagem sobre a junção parieto-temporal suporta fortemente o envolvimento desta área na autolocalização e percepção da posição do corpo no espaço (ver SERINO et al 2013). Nos estudos realizados por Ehrsson e colaboradores (2004, 2005), e Llyod e colaboradores (2006), por meio da IRMf, foram encontradas ativações nas áreas do córtex parietal, infraparietal, quando contrastados estímulos sincrônicos e assincrônicos, e congruência e incongruência da posição da mão. Os resultados do estudo de Llyod e colaboradores (2013) confirmam que o posicionamento da mão de borracha no espaço peripessoal pode ativar diferentes áreas do córtex parietal. Como no CPP que é sensível à orientação da mão, enquanto que o opérculo parietal contralateral e zonas superiores do parietal ipsilateral são ativados independente do posicionamento da mão de borracha ser congruente ou incongruente (com rotação de 180°). Dessa forma, essa área reflete a sincronia da visão e de estímulos táteis, bem como a orientação e localização da mão visualizada, sendo uma importante área cortical para a IMB (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; LLYOD; MORRISON; ROBERTS, 2006; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012).

Em humanos, um importante estudo realizado por Brozzoli, Gentile e Ehrsson (2012) demonstrou o envolvimento do CPP e CPM para a codificação do dinamismo da mão no espaço. Além disso, foi utilizado o paradigma da IMB para o remapeamento da codificação do espaço perimão (espaço ao redor da mão) e foi identificada a relação dessa representação espacial na mudança da percepção corporal. Esses achados sugerem que o CPM tem relação com o sentimento subjetivo da propriedade corpórea da mão de borracha, enquanto que o CPP está ligado a localização percebida do braço.

2.7. NOVAS PERSPECTIVAS PARA MODULAÇÃO DO ESQUEMA CORPORAL E DO ESPAÇO PERIPESSOAL: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

No contexto da compreensão da relação da integração multissensorial que compõe o esquema corporal e o espaço peripessoal, estudos buscam estabelecer conexões entre os padrões de atividade neural e as representações corporais e espaciais, assim como, entender a

sua influência na plasticidade multissensorial. Com esse intuito, além do paradigma da IMB, novas tecnologias estão sendo utilizadas para modulação da plasticidade cerebral sobre essas representações, como a estimulação magnética transcraniana (EMT) e estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC).

A ETCC é uma técnica que utiliza a corrente elétrica contínua de baixa intensidade, aplicada por meio de eletrodos no couro cabeludo do indivíduo, capaz de modificar a excitabilidade cortical (facilitando ou dificultando o disparo espontâneo dos neurônios corticais) (BOGGIO et al., 2007; BOGGIO et al., 2008; NITSCHKE et al., 2008). O mecanismo da ETCC altera o potencial da membrana em repouso (PURPURA; MCMURTRY, 1964; NITSCHKE et al., 2003). A ETCC modifica a excitabilidade espontânea neural para uma despolarização ou hiperpolarização do potencial da membrana em repouso (PURPURA; MCMURTRY, 1964; NITSCHKE et al., 2008). A polarização da membrana neural pela corrente contínua é definida pela disposição dos eletrodos e das suas polaridades. O eletrodo com carga positiva é chamado de anodo, enquanto que o catodo é definido por ser o eletrodo com carga negativa, e a corrente entre os eletrodos flui do catodo para o anodo (PURPURA; MCMURTRY, 1964; NITSCHKE et al., 2008). Estudos evidenciam diferentes formas de montagem dos eletrodos e a escolha para cada montagem depende da área cortical a ser estimulada e do objetivo para a estimulação (ver NOETSCHER et al. 2014). A eficácia da ETCC para induzir modificações agudas da membrana neural depende da densidade da corrente, da intensidade, do tamanho do eletrodo e do tempo de exposição (NITSCHKE et al., 2008)

As vantagens para a utilização da ETCC na pesquisa experimental são o baixo custo, a praticidade da técnica (GIGLIA et al, 2011), a eficiência para estudos de causalidade das funções específica das áreas cerebrais (SHIN; FOERSTER; NITSCHKE, 2015), e a segurança da técnica (BIKSON; DATTA; ELWASSIF, 2009). A ETCC é considerada uma técnica segura, com efeitos adversos tolerados na aplicação em seres humanos, como cefaleia, prurido, rubor e/ou queimação local, náuseas, dificuldade de concentração (MURPHY; BOGGIO; FREGNI, 2009; KESSLER et al., 2012). Os parâmetros largamente utilizados nos estudos e considerados seguros utilizam protocolos com tamanhos de eletrodos normalmente entre 25-35cm², correntes com intensidades entre 1-2mA aplicados com duração aproximada de 20 minutos, com uma carga de densidade de 343-960C/m², densidade da corrente de 0.029 a 0.080mA/cm² (NITSCHKE et al., 2003; DUNDAS; THICKBROOM; MASTAGLIA, 2007; POREISZ et al., 2007; BIKSON; DATTA; ELWASSIF, 2009; MURPHY; BOGGIO;

FREGNI, 2009;). Esses parâmetros pré-estabelecidos pelos estudos devem ser seguidos para minimizar os efeitos adversos.

Nos últimos anos, a modulação da atividade e excitação cortical, por meio da ETCC, tem sido utilizada para alterar as bases fisiológicas temporariamente dos processos psicológicos e comportamentais (SHIN; FOERSTER; NITSCHKE, 2015) em indivíduos com doenças (ver FLÖEL, 2014; BOGGIO et al., 2007) e em saudáveis (BOGGIO et al., 2007; BOLOGNINI et al., 2010). Especialmente na exploração da neuroplasticidade, estudos têm mostrado que a ETCC pode modificar funções dos processos cognitivos básicos como a percepção (ver SHIN; FOERSTER; NITSCHKE, 2015; CLARK; PARASURAMAN, 2014).

2.7.1. Estudos da neuromodulação na percepção espacial e corporal

Os primeiros estudos para investigar a relação da percepção espacial e do CPP foram realizados com a EMT. No estudo de Fierro e colaboradores (2000) utilizou-se a EMT repetitiva (EMTr) (10 estímulos à 25Hz) no CPP direito e esquerdo para interferir na percepção visuoespacial em indivíduos saudáveis. Para avaliação foi utilizada uma tarefa visuoespacial computadorizada que solicitava o julgamento da simetria de bissecção de linhas. Verificaram que a EMTr no CPP direito induziu um desvio para a direita significativa nos julgamentos de simetria, quando comparado às condições basais e placebo. Ademais, o estudo que explorou a modulação da percepção no espaço peripessoal e no extrapessoal observou que a EMTr (BJOERTOMT; COWEY; WALSH, 2002) no CPP direito modulou o julgamento do ponto-médio de linhas horizontais próximo do corpo do voluntário (espaço peripessoal - distância de 50cm), com desvio para a direita, enquanto que o estímulo no córtex occipital ventral direito modulou o espaço à 150 cm de distância do participante (espaço extrapessoal). Sugerindo a segregação espacial do processamento do sistema visual, no qual o CPP é responsável pelos estímulos próximos do indivíduo e o córtex occipital ventral direito processa estímulos mais distantes (BJOERTOMT; COWEY; WALSH, 2002).

Estudos com EMT no CPP foram precursores para entender a causalidade do efeito da corrente nas representações espaciais. Com o avanço das pesquisas, estudos recentes têm utilizado a ETCC para explorar a neuroplasticidade dessas áreas corticais nas representações espaciais. Em 2008, Schweid, Rushmore e Valero-Cabré realizaram um estudo com ETCC catódica no córtex occipito-parietal de gatos para avaliar o efeito da corrente no processamento visuoespacial nessa área especificamente, e observaram que a ETCC catódica reduziu significativamente o desempenho da tarefa. No mesmo ano de 2008, Kon e

colaboradores, mostraram que a ETCC anódica (2mA, por 20 minutos) aplicada no CPP direito de indivíduos com negligência espacial pós-AVC induziu uma melhora significativa no desempenho dos testes visuoespaciais, incluindo o teste de bissecção de linha.

Nos estudos com indivíduos saudáveis, estudos têm buscado entender qual modelo de aplicação da ETCC (montagem dos eletrodos, intensidade e densidade da corrente, e polaridade da corrente) induz maior efeito sobre o CPP nas representações espaciais. Giglia e colaboradores (2011), comparou o efeito da ETCC (1mA) catódica à direita com a “dupla” montagem (catódica à direita e anódica à esquerda) no CPP no desempenho do teste visuoespacial de bissecção de linhas. Verificaram que as duas montagens induziram um viés à direita no julgamento da simetria das linhas comparados ao placebo e a linha de base, entretanto, o efeito na “dupla” montagem foi maior. Em um outro estudo, explorou diferentes áreas corticais para entender suas funções na modulação da atenção. Estimularam o córtex frontal dorso-lateral direito com corrente anódica e eletrodo de retorno em supraorbital; o CPP com corrente anódica à direita e à esquerda com eletrodos de retorno em Cz. E observaram a eficiência da reorientação espacial do CPP direito reforçada pela ETCC anódica (Roy et al., 2015).

Benwell e colaboradores (2015) replicaram o estudo de Giglia e colaboradores (2011), entretanto incluíram na investigação dois aspectos, a influência da intensidade da corrente (1mA e 2mA) e a linha de base do nível da performance no teste de bissecção. Os resultados revelaram significativa interação entre intensidade da corrente e o nível de performance da linha de base. Participantes com alta sensibilidade discriminativa no teste de bissecção (linha de base) quando estimulados à 1 mA, com o eletrodo catódico à direita e o anódico à esquerda no CPP apresentaram aumento do desvio à direita no julgamento da simetria das linhas. Enquanto que o grupo com baixa sensibilidade discriminativa apresentou desvio à direita no teste de bissecção quando estimulados com a intensidade da corrente à 2 mA na mesma montagem dos eletrodos. Diante desses resultados, os autores chamaram a atenção para a forte influência das diferenças individuais e variações nos parâmetros experimentais sobre resultados com ETCC, e sugerem mapear e entender fatores que podem influenciar resultados com a ETCC, como equilibrar “sinais de ruído” endógenos dos participantes na linha de base para a realização da tarefa.

Com o intuito de ampliar o conhecimento da neuromodulação dos espaços peripessoais e extrapessoais por meio de estímulos multissensorial, Avenanti e colaboradores (2012), combinaram as técnicas de ETCC e da EMT para avaliar o envolvimento da rede CPM-CPP no mapeamento motor de eventos sensoriais (Estímulo auditivo: apresentados sons

próximo da mão-5cm e distante da mão-100cm; Estímulo tátil: estímulo fracos e fortes gerado por solenoides à 5cm da palma da mão direita) ocorrendo dentro do espaço peripessoal e extrapessoal. A ETCC catódica (eletrodo de retorno no supraorbital, 1 mA, por 15 minutos) foi aplicada para supressão da atividade neural no CPM (experimento 1), e no CPP e córtex visual primário-V1- (área selecionada para o controle ativo) (experimento 2); enquanto que a EMT de pulso único foi usada para induzir potenciais evocados motores de músculos da mão, e assim, medir a excitabilidade da representação motora da mão. Como resultados comparado ao controle (ETCC placebo e em V1), observaram uma modulação espacialmente dependente da representação motora da mão. Sons apresentados perto da mão induziram resposta inibitória em relação aos sons distantes. Porém, esse efeito foi abolido após ETCC apenas no CPM. Os autores sugerem o papel fundamental do CPM no mapeamento das representações sensoriais no espaço do sistema motor, ou seja, da codificação motora do espaço peripessoal. Os autores sugeriram ainda uma representação sensório-motora do espaço, em que o córtex parietal estaria envolvido no processamento multissensorial do espaço, e CPM seria responsável em ativar ou inibir potenciais de respostas motoras apropriadas para estímulos perto do corpo, por projeções do córtex motor e/ou conexões diretas dos motoneurônios da medula espinhal.

Em 2017, Collins e colaboradores realizaram o primeiro estudo utilizando a estimulação elétrica aplicada diretamente no cérebro para entender se é possível criar a sensação de propriedade corpórea em um membro artificial em indivíduos amputados. Nesse estudo os autores mostraram que a propriedade de uma mão artificial pode ser induzida por meio da estimulação elétrica no córtex somatossensorial (seção da mão) aplicada de forma sincrônica aos estímulos dos toques dos pinceis na mão de borracha, entretanto esses resultados não foram encontrados nas condições da estimulação elétrica realizada de forma assíncrona ou aplicada em uma porção do córtex somatossensorial de representação de uma outra parte do corpo (exceto a mão). Esses achados mostraram que o cérebro foi capaz de integrar sinal visual “natural” e a estimulação no córtex somatossensorial direta induziu a percepção de um membro artificial pertencendo ao próprio corpo dos participantes (COLLINS et al., 2017).

Diante dos resultados encontrados nos recentes estudos com o uso da ETCC, é sustentada a hipótese de que é possível que a técnica da ETCC auxilie na modulação da plasticidade multissensorial da representação dos espaços peripessoal e extrapessoal, assim como da percepção corporal, representada pela propriedade do corpo.

Nessa linha, a realização de uma pesquisa científica que integre a tecnologia da ETCC e a ilusão perceptiva do paradigma da IMB no intuito de neuromodular a integração multissensorial das representações do corpo e do espaço pode promover o entendimento (i) da relação da percepção sensório-motora promovida pela IMB com o esquema corporal, e (ii) da sua relação com o espaço da ação motora; (iii) da possibilidade de modificar proprioceptivamente a representação corporal; (iv) da relação das áreas cerebrais CPM e CPP com o esquema corporal; (v) da relação dessas áreas cerebrais com a percepção visuoespacial quando realizada no espaço da ação motora; e (vi) no espaço extrapessoal. Esta tese de doutorado está construída sobre oito experimentos para responder a esses seis aspectos elencados. Os experimentos 1 e 2 buscam entender o efeito da neuromodulação no esquema corporal com uso da estimulação transcraniana por corrente contínua. Os experimentos 3 e 4 auxiliaram a compreender o efeito da neuromodulação na percepção visuoespacial no espaço peripessoal com uso da estimulação transcraniana por corrente contínua. Os resultados dos experimentos 1, 2, 3 e 4 serviram como base para a compreensão dos resultados dos demais experimentos. Então, os experimentos 5, 6, 7 e 8 analisaram o efeito da neuromodulação do esquema corporal e percepção visuoespacial com uso da estimulação transcraniana por corrente contínua e da ilusão da mão de borracha no espaço peripessoal (experimentos 5 e 6) e no espaço extrapessoal (experimentos 7 e 8). Mais ainda, os oito experimentos em conjunto buscaram modular a plasticidade multissensorial das representações espaciais e corporais na percepção sensório-motora da propriedade corpórea, assim como estabelecer as diferenças dos espaços peripessoal e extrapessoal com intuito de ampliar as possibilidades futuras das capacidades e habilidades funcionais no espaço da ação motora.

3 OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a modulação do espaço peripessoal e esquema corporal por meio da estimulação transcraniana por corrente contínua e da ilusão da mão de borracha.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1. Efeito da neuromodulação do esquema corporal por meio da ilusão da mão de borracha e estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior (experimento 1) e córtex pré-motor (experimento 2).

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor no tempo de início da sensação da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor no deslocamento proprioceptivo da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor na intensidade da propriedade corporal ilusória avaliado por questionário subjetivo da ilusão da mão de borracha.

Correlacionar as variáveis das polaridades da ETCC e variáveis da ilusão da mão de borracha (tempo de início da sensação da ilusão da mão de borracha, deslocamento proprioceptivo, intensidade da propriedade corporal ilusória avaliado por um questionário subjetivo) e áreas cerebrais (córtex parietal posterior e do córtex pré-motor).

3.2.2. Efeito da neuromodulação da percepção visuoespacial exibido no espaço peripessoal pela estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior (experimento 3) e córtex pré-motor (experimento 4).

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor no desempenho da tarefa de atenção visuoespacial no espaço peripessoal.

3.2.3. Efeito da neuromodulação do esquema corporal e da percepção visuoespacial exibida no espaço peripessoal por meio da ilusão da mão de borracha e da estimulação transcraniana

por corrente contínua no córtex parietal posterior (experimento 5) e no córtex pré-motor (experimento 6).

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor associado a ilusão da mão de borracha no desempenho da tarefa de atenção visuoespacial no espaço peripessoal.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço peripessoal no tempo de início da sensação da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço peripessoal no deslocamento proprioceptivo da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço peripessoal na intensidade da propriedade corporal ilusória avaliado por questionário subjetivo da ilusão da mão de borracha.

3.2.4. Efeito da neuromodulação do esquema corporal e da percepção visuoespacial exibida no espaço extrapessoal por meio da ilusão da mão de borracha e da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior (experimento 7) e no córtex pré-motor (experimento 8).

Verificar o efeito da ETCC nas áreas cerebrais do córtex parietal posterior e do córtex pré-motor associado a ilusão da mão de borracha no desempenho da tarefa de atenção visuoespacial no espaço extrapessoal.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço extraperipessoal no tempo de início da sensação da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço extraperipessoal no deslocamento proprioceptivo da ilusão da mão de borracha.

Verificar o efeito da ETCC no córtex parietal posterior e do córtex pré-motor e da tarefa de atenção visuoespacial exibido no espaço extraperipessoal na intensidade da propriedade corporal ilusória avaliado por questionário subjetivo da ilusão da mão de borracha.

4. MÉTODO

Trata-se de um estudo experimental cego, placebo controlado.

4.1. AMOSTRA

A amostra foi composta por 200 participantes com desenvolvimento típico, de ambos os gêneros, com idades entre 18 e 40 anos, nível de escolaridade cursando nível superior ou superior completo, visão normal ou corrigida, lateralidade da mão à direita por meio do inventário de lateralidade de Edimburgo (*Edinburgh Handedness Inventory*) (OLDFIELD, 1971). Foram excluídos os participantes que apresentavam histórico de epilepsia, doenças neurológicas e/ou psiquiátricas; dependentes químicos; gestantes; participantes que realizaram neurocirurgia, que possuíam implante metálico e/ou marca-passo; e participantes que apresentavam alteração sensorial ou amputação de segmento do membro superior.

Cada participante de cada experimento realizou três sessões experimentais com duração de 30 - 45 minutos, em dias diferentes com intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. Para a realização desse estudo foram realizadas 600 coletas de dado: 150 coletas para os experimentos 1 e 2; 150 para os experimentos 3 e 4; 150 para os experimentos 5 e 6; e 150 para os experimentos 7 e 8.

Todos os participantes foram informados previamente dos procedimentos experimentais e dos seus possíveis riscos. A pesquisadora responsável esteve a disposição para esclarecimentos de dúvidas. O participante, antes da realização do procedimento experimental, assinou espontaneamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1).

4.2. INSTRUMENTOS

4.2.1. Caracterização da amostra

Ficha de caracterização da amostra

A ficha de caracterização da amostra foi composta de dados pessoais: nome, idade, sexo, endereço, nível de escolaridade, curso e semestre letivo (se estiver em curso do nível

superior), email, telefone e data da avaliação. Nessa ficha constavam também perguntas relacionadas aos critérios de inclusão e exclusão desse estudo (APÊNDICE 2).

Inventário de Lateralidade de Edimburgo - versão reduzida

O Inventário de Lateralidade de Edimburgo (OLDFIELD, 1971) é uma escala quantitativa de avaliação do predomínio do uso da mão, comumente usada em pesquisa experimental. É composta por 10 atividades do cotidiano, são elas: escrever, desenhar, arremessar, uso de tesoura, escovar os dentes, uso de faca (sem garfo), uso de colher, uso de vassoura (mão superior), acender um fósforo (mão do fósforo), abrir uma caixa (mão da tampa). O participante foi instruído a indicar a preferência do uso das mãos para cada atividade pela colocação do sinal (+). O sinal (++) deveria ser indicado quando a preferência da mão (direita ou esquerda) fosse tão forte que nunca usaria a outra mão, e o sinal (+) deveria ser indicado quando a mão utilizada para a realização da atividade fosse indiferente. Para cada (+) indicado foi contabilizado 1 ponto. O escore da escala foi calculado pelo coeficiente de lateralidade ($(\sum^{(+)} \text{direita} - \sum^{(+)} \text{esquerda} / \sum^{(+)} \text{direita} + \sum^{(+)} \text{esquerda}) * 100$) (ANEXO 1).

Índice de Reatividade Interpessoal - IRI

O IRI é uma escala capaz de avaliar as dimensões afetivas e cognitivas da empatia desenvolvido por Davis (1983) (LIMPO; ALVES; CASTRO, 2010). É um Índice de Reatividade Interpessoal categorizado em quatro subescalas: Tomada de Perspectiva, Fantasia, Angústia Pessoal e Consideração Empática. Segundo Davies (1983) as dimensões afetivas são avaliadas pelas subescalas Angústia Pessoal e Consideração Empática. A angústia pessoal está relacionada as sensações subjetivas de incômodo ou ansiedade produzidas no *self* quando o indivíduo se depara com situações tensas ou de emergência, enquanto que a consideração empática é a motivação para ajudar as outras pessoas por quem se sente afetos empáticos. As subescalas Tomada de Perspectiva e Fantasia avaliam a dimensão cognitiva da empatia. A Tomada de Perspectiva avalia a habilidade de se colocar no lugar de outra pessoa, tomando suas perspectivas e imaginando o que elas pensam ou sentem. Na Fantasia é avaliado a tendência de transpor a si mesmo imaginativamente, colocando-se no lugar de personagens de filmes/livros (SAMPAIO et al., 2011).

O IRI tornou-se um dos instrumentos mais utilizados para medir Empatia (LIMPO; ALVES; CASTRO, 2010). Foi traduzida e validada para vários idiomas. Para esse estudo foi

utilizada a versão do IRI composta de 24 itens (LIMPO; ALVES; CASTRO, 2010). A escala foi autoaplicável e os participantes foram instruídos a identificar o quanto que cada frase os descrevia. Para isso foi utilizada uma escala *Likert* de 5 pontos que variou de 0 ("não me descreve bem") para 4 ("descreve-me muito bem"). Para o cálculo das subescalas foi considerada a somatória dos seguintes itens: Tomada de Perspectiva (02⁽ⁱ⁾, 07, 09, 17, 21, 24), Fantasia (04, 06⁽ⁱ⁾, 10⁽ⁱ⁾, 13, 19, 22), Angústia Pessoal (05, 11⁽ⁱ⁾, 14, 15⁽ⁱ⁾, 20, 23) e Consideração Empática (01, 03⁽ⁱ⁾, 08, 12⁽ⁱ⁾, 16, 18) (ANEXO 2). *Legenda: (i) itens invertidos.*

Questionário de Mudança Corporal (QMC)

O Questionário de Mudança Corporal é um instrumento traduzido e adaptado para a língua portuguesa (CONTI. et al., 2012) do Body Change Inventory, desenvolvido por Ricciardelli e McCabtem (2002). O Questionário de Mudança Corporal avalia a imagem corporal na adoção de estratégias para mudança de corpo. É composto por 48 itens divididos em seis subescalas: práticas alimentares (9 itens), uso de suplementos alimentares (9 itens), estratégias adotadas para perder peso (9 itens), estratégias adotadas para aumentar peso (9 itens), aumentar o tônus (6 itens), e o tamanho muscular (6 itens). Os participantes foram instruídos a indicar a resposta que melhor se aplica para cada item, para isso foi utilizada uma escala *Likert* de 5 pontos que variou de 1 (nunca) a 5 (sempre). O escore final foi calculado pela somatória das respostas, quanto maior é o escore, maior é a frequência de adoção de estratégias de modificação corporal (ANEXO 3).

4.2.2 Ilusão da mão de borracha

Mão de borracha

A mão de borracha utilizada no experimento é uma prótese de mão, em dois modelos, a mão feminina e a mão masculina, confeccionada na empresa Próteses PGM & PGP, responsável técnico Marcelo Gonzalez, em parceria com o Laboratório de Neurociência Cognitiva e Social da Universidade Presbiteriana Mackenzie (FOTO 2). A prótese é composta por material de silicone de alta resistência e pintada na cor bege médio. O tom da cor da pele da mão de borracha foi determinada pela cor que mais se aproximava da população amostral desse estudo. A prótese possui dedos e articulações flexíveis, detalhes como textura da pele e unhas que se assemelham a mão humana e tamanho médio correspondente aos gêneros

feminino e masculino. O objetivo da utilização da mão de borracha é induzir a propriedade corporal ilusória da mão de borracha.

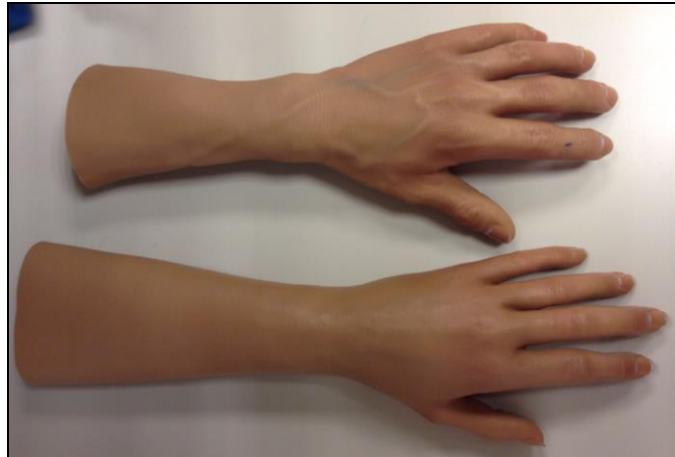


FOTO 2: Próteses da mão masculina e feminina.
Fonte: Próprio autor.

Equipamento eletrônico para indução da ilusão da mão de borracha

O equipamento eletrônico para a indução da ilusão da mão de borracha, foi desenvolvido pelo Engenheiro Eletrônico Sérgio Américo Boggio (CREA SP 117120) em parceria com o Laboratório de Neurociência Cognitiva e Social da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Esse equipamento para indução da ilusão da mão de borracha foi validado para utilização em pesquisa experimental, e mostrou-se eficaz na velocidade, sincronia e precisão na movimentação dos pincéis, com indução robusta da ilusão da mão de borracha (LIRA M. et al., 2016).

O equipamento é constituído por uma estrutura de madeira (103 cm de largura por 51 cm de altura) que contém na sua parte interna dois sistemas de polias motorizadas – um fixo e um móvel – os quais são os braços de movimento dos pincéis (FOTO 3). O sistema móvel permite o ajuste para os diversos tamanhos das mãos assim como diferentes distâncias entre elas. A tensão de alimentação do equipamento é 110 volts. Na parte externa, pode-se observar três painéis de controle dos movimentos dos pincéis. Os painéis podem assumir diferentes valores uma vez que são comandados por microprocessador que se encontra embutido na estrutura de madeira. Pelos controles nos painéis são possíveis diversas combinações de velocidade e angulação bem como a possibilidade de inversão no sentido do movimento dos

pincéis para gerar uma estimulação assíncrona. Além disso, existe a possibilidade de deslocamento lateral (manual ou automático) permitindo que o estímulo dos pincéis percorra a mão inteira (Manual do equipamento – APÊNDICE 3). Dessa forma, esse aparelho promove estímulos controlados e precisos para gerar a ilusão da mão de borracha, otimizando sua avaliação.

Nesse estudo, o equipamento permitiu executar o paradigma da ilusão da mão de borracha de forma sistemática, fidedigna e com precisão nos controles de velocidade e amplitude dos movimentos dos pincéis nos eixos perpendiculares e paralelos às mãos, à distância de 17 cm entre os pincéis. Os pincéis utilizados são macios, da marca Tigre, modelo chato 815 06.

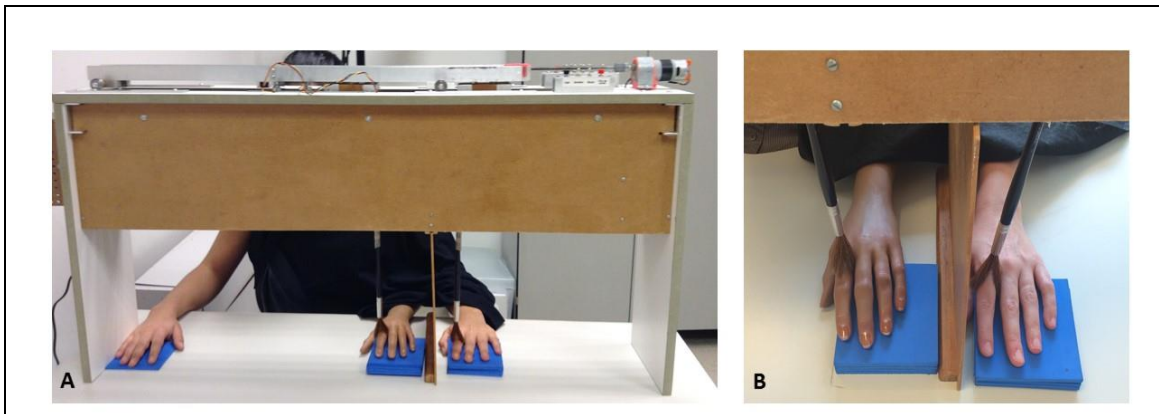


FOTO 3: A. Equipamento eletrônico usado para indução do paradigma da ilusão da mão de borracha. B. Estimulação sincrônica e congruente dos pincéis na mão de borracha e na mão do participante.

Fonte: Próprio autor.

Questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha

O questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha é um questionário subjetivo para mensurar a intensidade da percepção da IMB (adaptação do BOTVINICK; COHEN, 1998; GUTERSTAM; PETKOVA; EHRSSON, 2011). O participante foi instruído a quantificar a intensidade da sensação para cada afirmativa, por meio de uma escala analógica visual de intensidade de 7 itens (--- -- - • + ++ +++), na qual o símbolo (---) representou discordo completamente da afirmativa, (+++) representou concordo completamente com a afirmativa e (•) nem concordo e nem discordo. O questionário constava de nove afirmativas, cinco afirmativas relacionadas a propriedade corpórea da mão de borracha (Q1, Q2, Q3, Q4 e

Q5) e quatro de controle (Q6, Q7, Q8, Q9). A ordem das afirmativas do questionário foi randomizada para cada sessão da IMB para minimizar a resposta automática do questionário (ANEXO 4).

Avaliação do deslocamento proprioceptivo

Para cada sessão da IMB foi realizada a mensuração da localização proprioceptiva do dedo indicador esquerdo do participante antes e depois da IMB (adaptação do BOTVINICK, COHEN, 1998). O participante com os olhos fechados foi solicitado a localizar, com sua mão direita, a posição sentida do seu dedo indicador esquerdo. O pesquisador instruiu ao participante a apenas indicar a localização do dedo indicador, mas sem tocá-lo, e o mesmo deveria permanecer com os olhos fechados até o retorno da mão direita à posição inicial. A mensuração da localização indicada pelo participante foi mensurada por uma régua. O deslocamento proprioceptivo foi calculado pela diferença das medidas pré-IMB e pós-RHI. O deslocamento proprioceptivo positivo indica que após a IMB o participante percebeu a posição do seu dedo indicador esquerdo antes da posição real do seu dedo, e então, a percepção da localização proprioceptiva da mão foi em direção a mão de borracha. O deslocamento proprioceptivo negativo indica que a percepção da localização da mão se distanciou da mão de borracha, ou seja, que a posição do dedo indicador esquerdo foi sentida depois da posição real do dedo pelo participante (EHRSSON et al., 2008).

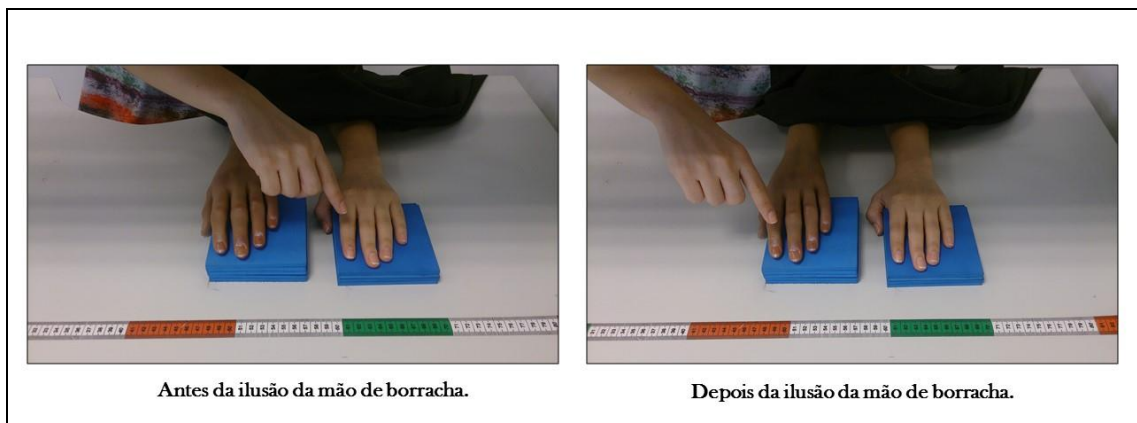


FOTO 4: Localiza o proprioceptiva realizada antes e depois da IMB. Na primeira imagem o participante localizou o dedo indicador esquerdo na sua posi o real da própria mão, enquanto que na segunda imagem, após a vivência da IMB o participante indicou o dedo indicador da mão de borracha como sendo o seu próprio dedo.

Fonte: Próprio autor.

Tempo de início da percepção da ilusão da mão de borracha

O tempo de início da percepção da sensação da IMB foi medido por um cronometro. O participante foi orientado a indicar verbalmente com a frase “Estou sentindo”, assim que percebesse que a mão que ele estava vendo (a mão de borracha) parecia ser a própria mão dele, ou se sentisse a sensação do toque do pincel que estava vendo estimular a mão de borracha. O tempo mensurado foi utilizado para marcar o início da percepção da sensação da IMB.

4.2.3. Percepção espacial: bissecção de linhas horizontais

Estímulos

Os estímulos foram apresentados por meio da versão computadorizada da tarefa *Landmark* adaptada do Benwell et al. (2013) usando o pacote software E-prime (versão 2.0) no monitor (15 polegadas). Os estímulos são linhas horizontais com contraste de cor preta e branca apresentadas em um fundo de tela de cor cinza. As linhas mensuravam 24,30 cm de largura por 0,5 de espessura, vista à uma distância de 35 cm (espaço peripessoal - experimento 2 e 3) ou 100 cm (espaço extrapessoal – experimento 4). As linhas foram transeccionadas de 1 à 17 pontos com variação simetricamente de $\pm 2,4$ cm (distâncias entre as localizações transeccionadas = 1,25% do tamanho absoluto da largura da linha) do tamanho absoluto da largura da linha relativo ao centro verídico (e incluindo-o). Todas as linhas foram exibidas pré-transeccionada centrada no ponto-médio vertical do monitor (FIGURA 4). Cada estímulo teve duração média de 2 segundos de apresentação (BENWELL et al., 2013; 2014).

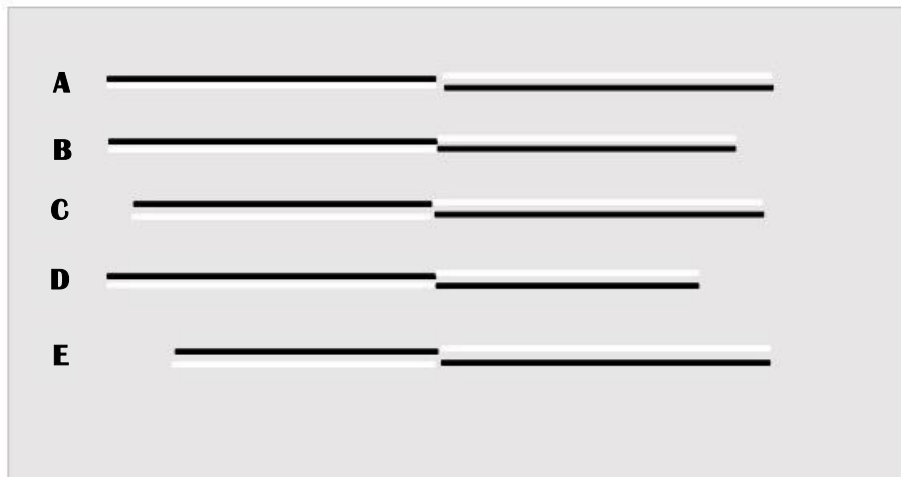


FIGURA 4: Representação das linhas seccionadas. A: Linha seccionada com os segmentos laterais de igual tamanho. B e D: Linha com menor segmento à direita. C e E: Linha com menor segmento à esquerda.

Fonte: Próprio autor.

Tarefa Landmark

A tarefa *Landmark* consistiu na apresentação de 136 estímulos por bloco (8 julgamentos para cada uma das 17 localizações transeccionadas, incluindo o centro verídico). Para cada bloco, os estímulos foram randomizados e contrabalançados. Cada estímulo da tarefa iniciou com a apresentação de uma cruz de fixação com duração 1000 milissegundos para então a apresentação da linha transeccionada com duração de 150 milissegundos (tempo utilizado para minimizar o escaneamento dos olhos) (BENWELL et al., 2013), e em seguida a cruz de fixação foi exibida novamente como ponto de referência para o julgamento do lado menor do final da linha. Após o julgamento, retornou a cruz de fixação indicando a apresentação do próximo estímulo (FIGURA 5). A cruz de fixação de apresentação inicial e final e a localização de transecção da linha estão alinhadas e centralizadas na tela do monitor (há variação do tamanho do final da linha, porém a posição de transecção das linhas e da cruz de fixação é semelhante no ponto central da tela). Os participantes são instruídos a fixar o olhar no alvo central (cruz de fixação) e em seguida julgar qual o lado do final da linha é menor, direito ou esquerdo. O participante foi orientado a utilizar o dedo indicador direito (mão dominante) pressionando a tecla do mouse correspondente ao segmento menor (menor à direita – pressionar tecla à direita; menor à esquerda – pressionar tecla à esquerda), o mais

rapidamente possível (BENWELL et al., 2013; 2014). A duração média para a realização de cada bloco foi de 4-5 minutos.

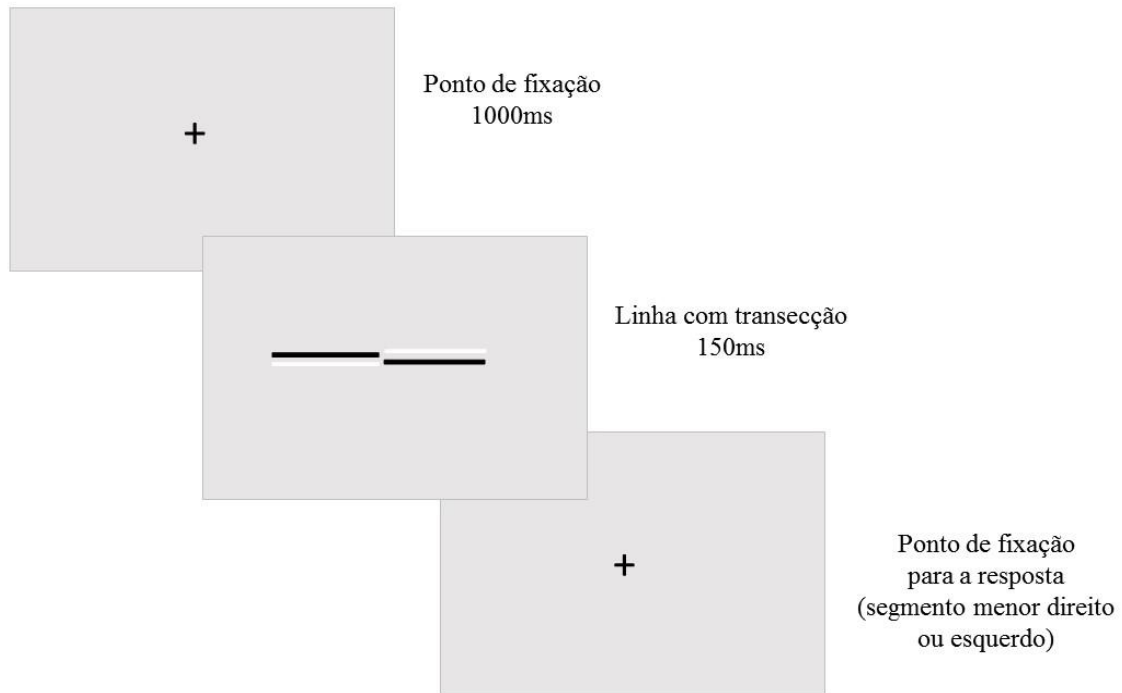


FIGURA 5: Representação esquemática do estímulo utilizado na tarefa *Landmark*.
Fonte: Próprio autor.

4.2.4. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)

O equipamento utilizado para gerar corrente contínua é constituído por quatro componentes principais: eletrodos (ânodo e cátodo), amperímetro (medidor de intensidade de corrente elétrica), potenciômetro (componente que permite a manipulação da intensidade da corrente) e um jogo de baterias para gerar a corrente aplicada. A fonte de energia elétrica é obtida através da associação em série de 3 baterias de 9 volts resultando em uma tensão total de 27 volts. Esta tensão é aplicada nos extremos de um potenciômetro (reostato) com resistência igual a 100 kOhms. A função do potenciômetro é de possibilitar uma tensão ajustável variando de 0 até 27 volts (FIGURA 6). Os eletrodos fazem com que a corrente elétrica seja transmitida do fio metálico para o participante. Os eletrodos são feitos de borracha condutora de eletricidade e, no momento da estimulação, são envolvidos em esponja

embebida em solução fisiológica. O posicionamento dos eletrodos é dado através do sistema 10-20 do Eletroencefalograma (EEG). Assim os locais de aplicação dos eletrodos são definidos de acordo com a área a ser estudada.



FIGURA 6: Aparelho de estimulação transcraniana por corrente contínua.

Fonte: Disponível em www.medicalexpo.com, acessado em: 29 de outubro de 2015.

Nesse estudo foram estimuladas duas áreas cerebrais, o córtex parietal posterior e o córtex pré-motor. Para isso, nos participantes que receberam estimulação ETCC no córtex parietal posterior direito, os eletrodos foram posicionados no escalpe nas áreas correspondentes P4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) (BOLOGNINI et al., 2010) de acordo com o sistema 10-20 do EEG. Os eletrodos utilizados foram de 35 cm² (5 cm x 5 cm) e intensidade de corrente de 2 mA (resultando na densidade da corrente de 0.057 mA/ cm²) (BOLOGNINI et al., 2010) (FIGURA 7). Para os participantes que usaram estimulação ETCC no córtex pré-motor direito, os eletrodos de borracha de tamanho 3 cm x 7 cm foram posicionados em Fc4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) (BOROS et al., 2008; PAVLOVA et al., 2014) de acordo com o sistema 10-20 do EEG (FIGURA 7) e intensidade da corrente de 1 mA (resultando na densidade da corrente de 0.048 mA/ cm²). Para a ETCC ativa, a corrente fez subida da rampa de 15 segundos até 1 mA ou 2 mA, para o CPP e CPM respectivamente. Após a estimulação ETCC, a corrente fez descida da rampa de 15 segundos para então o estimulador ser desligado. Na estimulação placebo, a

rampa subiu até a intensidade estabelecida, e em seguida a rampa desceu e o estimulador foi desligado. A ordem da estimulação realizada nos participantes foi randomizada e contrabalançada usando o random.org (www.random.org). Os participantes foram cegados para a condição de estimulação ETCC.

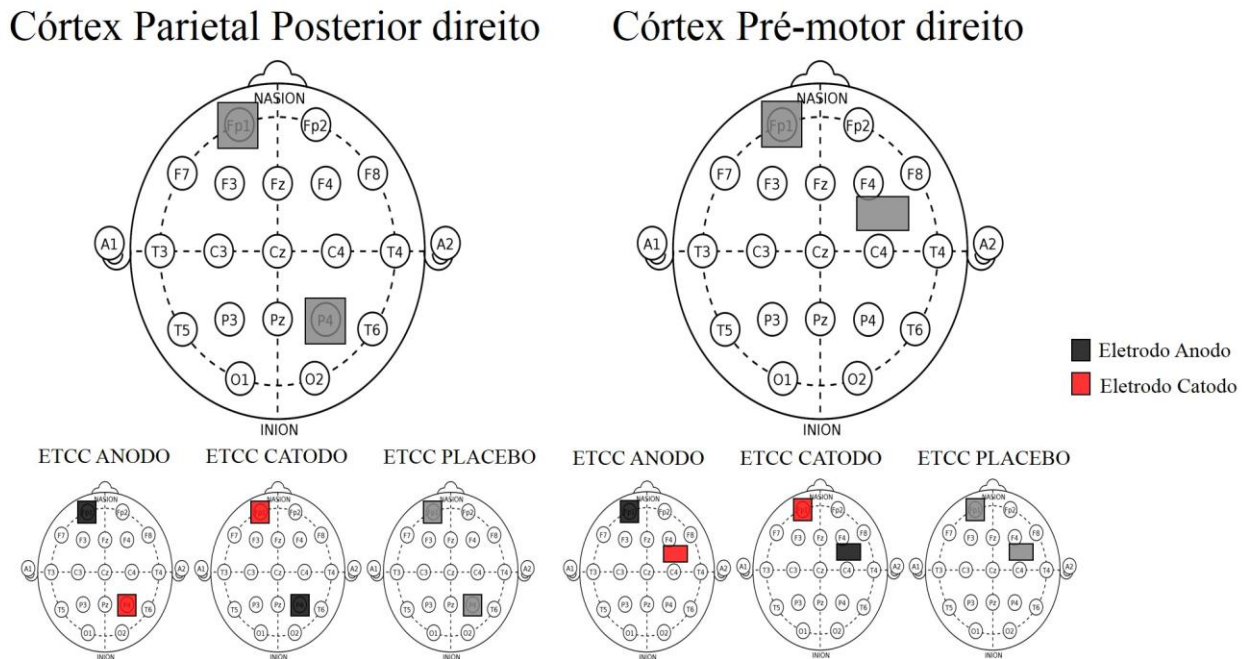


FIGURA 7: Montagens dos eletrodos para ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPP direito (P4 - ativo / supra orbital - referência) e CPM direito (Fc4 -ativo / supra orbital - referência) de acordo com o sistema 10-20 do EEG.

Fonte: Próprio autor

Após cada sessão de uso da estimulação ETCC o participante respondeu verbalmente a um questionário para controle de efeitos colaterais da ETCC pós-estimulação e avaliação da qualidade do estudo cego. O questionário continha nove possíveis sintomas colaterais da ETCC como dor de cabeça, dor no pescoço, dor no couro cabeludo, queimação no couro cabeludo, prejuízo auditivo, prejuízo cognitivo, problemas de concentração, mudança de humor aguda, outros (NITSCHKE et al. 2008; KESSLER et al., 2012). O participante foi instruído a indicar se sentiu algum desses sintomas durante a estimulação ETCC, se sim, foi solicitado ao participante que classificasse a intensidade da sensação (ausente, suave, moderada ou severa) e qual a relação com a ETCC (nenhuma, remota, possível, definitivo).

Cada item foi classificado de acordo com a resposta do participante para cada sessão e ao final, foi solicitado ao participante que escolhesse uma nota de 0 (= nenhuma certeza) à 5 (máxima certeza) para qual o tipo de tratamento que o participante acha que recebeu, tratamento ativo ou tratamento placebo. As notas foram comparadas com a condição de estimulação ETCC usada no participante.

4.3. ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa encontra-se dentro das normas estabelecidas pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e baseado nas recomendações estabelecidas na Declaração de Helsinki (1964), conforme emenda em Tóquio (1975), Veneza (1983) e Hong-Kong (1989). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie, número do CAAE: 31481214.0.0000.0084. Os indivíduos selecionados para pesquisa aceitaram espontaneamente a participar do estudo e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em duas cópias, sendo uma para o participante e o outro para o experimentador.

5 RESULTADOS: procedimento, análise estatística e resultados por experimento

5.1. EXPERIMENTOS 1 e 2 - Modulação da ilusão da mão de borracha pela estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior direito (experimento1) e córtex pré-motor direito (experimento 2).

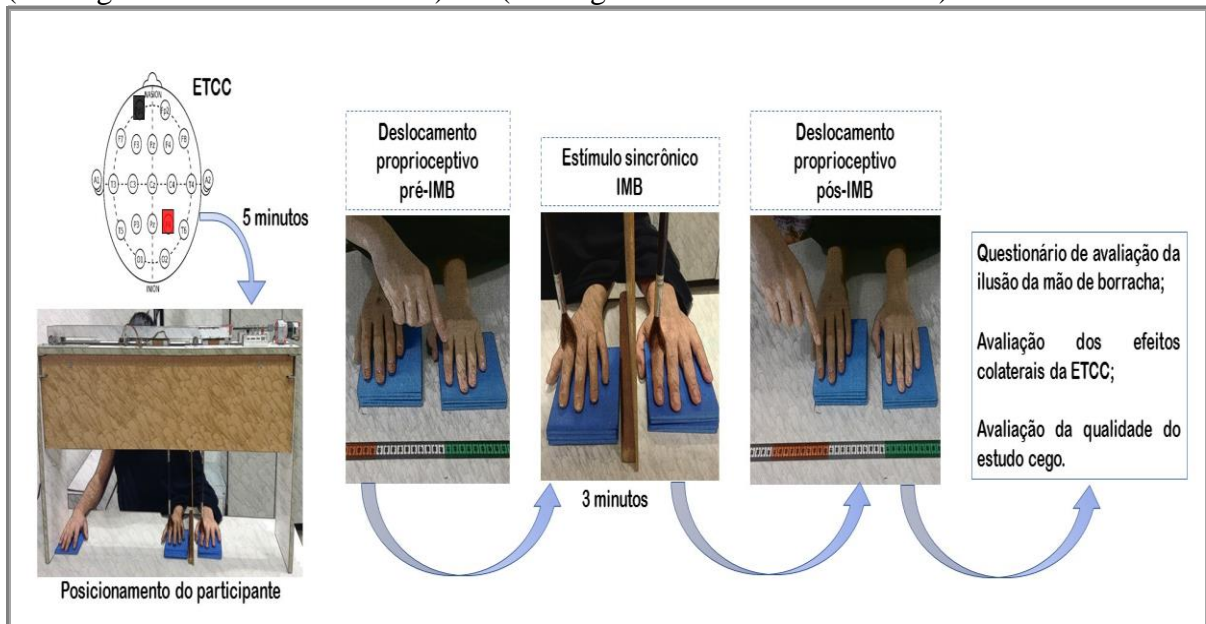
5.1.1. Amostra

51 participantes adultos típicos (34 mulheres), com idades entre 18 e 32 anos (21.7 ± 3.35), destros (91.6 ± 8.36 pontos por inventário de lateralidade de Edimburgo- Oldfield, 1971), foram recrutados para dois grupos experimentais. Experimento 1, 25 participantes utilizaram estimulação ETCC no CPP direito, na qual os eletrodos foram posicionados em P4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) de acordo com o sistema 10-20 do EEG. Experimento 2, 26 participantes receberam estimulação ETCC no CPM direito com eletrodos de borracha posicionados em Fc4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) de acordo com o sistema 10-20 do EEG. Cada participante realizou três sessões experimentais, com duração de 30 minutos, com no mínimo 48 horas de intervalo entre as sessões.

5.1.2. Desenho experimental

O estudo consistiu em três sessões experimentais de ETCC e IMB realizados com intervalos mínimos de 48 horas entre as sessões. (1) ETCC anodo / supra orbital; (2) ETCC catodo / supra orbital; (3) ETCC placebo / supra orbital. Após os 5 minutos iniciais da ETCC, os participantes vivenciaram a estimulação visuo-tátil por pincéis sincrônicos que tocaram a mão de borracha e a própria mão esquerda do participante. A IMB foi quantificada pelo tempo de início da sensação de propriedade corpórea da mão de borracha pelo participante, pelo deslocamento proprioceptivo calculado pela diferença da localização proprioceptiva do dedo indicador da mão do participante antes e depois da ilusão, e por um questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha. As etapas do desenho experimental estão representadas na figura 8.

FIGURA 8: Desenho experimental com a representação das etapas dos experimentos 1 (montagem dos eletrodos no CPP) e 2 (montagem dos eletrodos no CPM).



Fonte: Próprio autor.

5.1.3. Procedimento Experimental

O participante foi posicionado em uma cadeira (ajustada conforme altura do participante) confortavelmente, com os braços apoiados na mesa e pés apoiados no chão. Inicialmente, foi realizada a colocação dos eletrodos no escalpe, no CPP direito ou no CPM direito (conforme seleção da área de estimulação), de acordo com o sistema 10-20 do EEG. O participante recebeu a estimulação ETCC (anódica, catódica ou placebo, conforme ordem da randomização) e, após 5 minutos do início da estimulação, os braços do participante foram posicionados paralelamente ao corpo, com cotovelos flexionados e antebraços apoiados na mesa. Foi solicitado ao participante que, com os olhos fechados, localizasse com a sua mão direita o seu dedo indicador esquerdo. Essa localização foi medida por uma régua. A mão de borracha foi posicionada ao lado da mão esquerda do participante com uma distância de 17 cm do dedo indicador esquerdo do participante. Em seguida, a mão esquerda do participante foi ocluída por uma divisória de madeira, e o participante observou a estimulação sincrônica do pincel na mão de borracha por 180 segundos, enquanto o outro pincel tocava a sua mão (de forma sincrônica e congruente ao pincel observado) ocluída da visão. Foi solicitado ao participante que indicasse verbalmente o momento de início da sensação da ilusão da mão de borracha, dizendo “Estou sentindo”. O tempo de início da sensação da ilusão foi marcado por

um cronômetro. A observação da estimulação do pincel na mão de borracha continuou até completar 180 segundos e, então, a divisória de madeira foi removida e o participante com os olhos fechados realizou novamente a localização proprioceptiva do seu dedo indicador esquerdo. Em seguida o estimulador da ETCC foi desligado e o participante preencheu o questionário de avaliação da IMB e respondeu verbalmente o questionário para controle de efeitos colaterais da ETCC pós-estimulação e avaliação da qualidade do estudo cego. Todas as coletas de dados foram realizadas pelo mesmo pesquisador e com o tempo de duração de 20 minutos para cada sessão.

5.1.4. Análise de dados

As análises foram realizadas com o software estatístico Statistica (versão 20.0). Para a caracterização da amostra (idade, lateralidade manual – Edimburgo, domínios do IRI, escore do questionário de mudança corporal), as variáveis contínuas foram analisadas com test-t de amostra independente e as variáveis categóricas com teste Chi-Quadrado de Pearson. Os valores foram apresentados sob forma de média (\pm erro-padrão). Para análise dessas variáveis foi conduzida a análise de variância (ANOVA) de medida repetida. A ANOVA compreendeu então os fatores intra-sujeitos: IMB (tempo de início da sensação da ilusão, deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal) e polaridades da ETCC (anódica, catódica e condição placebo); e como fator entre-sujeitos áreas cerebrais (CPP e CPM). Quando apropriado, a comparação do *post-hoc* foi aplicada usando *LSD de Fisher*. Para quantificar a intensidade da IMB foi aplicado o test-t de amostra única, considerado o quatro como valor de referência para todas as afirmativas do questionário. O valor de referência está relacionado ao ponto de equilíbrio (“*nem concordo e nem discordo*”) da escala analógica visual. A correlação de Pearson foi usada para análise da relação dos fatores da IMB (tempo de início da sensação da ilusão, deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal) nas condições de polaridades da ETCC (anódica, catódica e condição placebo). À significância estatística referiu-se quando $p \leq 0.05$.

5.1.5. Resultados

Todos os 51 participantes completaram o experimento. Os dados da caracterização da amostra dos dois grupos experimentais foram sumarizados na tabela 1.

TABELA 1. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 1 e 2.

| | CPP | | CPM | | T | p |
|------------------------|---------------|-------|---------------|--------|-------|------|
| | Experimento 1 | | Experimento 2 | | | |
| | Média | ±D.E. | Média | ± D.E. | | |
| Idade (anos) | 22.12 | ±0.70 | 21.35 | ±0.63 | 0.82 | 0.41 |
| Edimburgo | 90.8 | ±1.95 | 92.42 | ±1.35 | -0.69 | 0.49 |
| Tomada _de_Perspectiva | 16.92 | ±0.86 | 17.81 | ±0.61 | -0.84 | 0.40 |
| Preocupação_Empática | 15.68 | ±0.72 | 14.46 | ±0.45 | 1.44 | 0.16 |
| Fantasia | 14.72 | ±0.89 | 14.58 | ±0.71 | 0.13 | 0.90 |
| Desconforto_Pessoal | 11.36 | ±0.95 | 10.69 | ±0.57 | 0.60 | 0.55 |
| Mudança_Corporal | 92.36 | ±5.11 | 86.19 | ±5.04 | 0.91 | 0.37 |

D.E.= Desvio de Erro

*p<0.05; p<0.01

Tempo de início da percepção da ilusão da mão de borracha

ANOVA de medida repetida foi usada para análise do tempo de início da sensação da IMB e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) nas áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito). No experimento 1, a ANOVA revelou efeito significativo no tempo de início da ilusão e polaridade-ETCC no CPP direito ($F_{(2,48)} = 9.1$; $p \leq 0.001$; $\eta_p^2 = 0.275$). A análise post-hoc revelou efeito significativo no tempo de início da sensação da ilusão para a estimulação ETCC catódica/supra orbital no CPP direito quando comparada ETCC anódica ($p \leq 0.001$) e ETCC placebo ($p \leq 0.05$). Na ETCC anódica houve uma tendência de efeito ($p = 0.06$) no tempo quando comparado com a condição placebo. O resultado demonstrou que a ETCC catódica aumentou o tempo de início da sensação da ilusão e a ETCC anódica diminuiu o tempo de início da ilusão quando comparada a condição placebo no CPP direito. No experimento 2, a ANOVA não revelou efeito significativo ($F_{(2,50)} = 0.717$; $p = 0.493$; $\eta_p^2 = 0.028$) para tempo de início da sensação de ilusão e polaridade-ETCC no CPM direito. Na análise da ANOVA dos fatores áreas (CPP e CPM) e polaridade-ETCC não foi observada

diferença significativa ($F_{(2,98)} = 0.947$; $p = 0.391$; $\eta_p^2 = 0.019$) no tempo de início da sensação da ilusão.

Deslocamento proprioceptivo

Para a análise do deslocamento proprioceptivo e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) foi utilizada a ANOVA. No experimento 1, a ANOVA revelou o não efeito significativo do deslocamento proprioceptivo entre as polaridades da ETCC ($F_{(2,48)} = 1.28$; $p = 0.286$; $\eta_p^2 = 0.051$) anódica ($M = 4.88 \pm 3.46$), catódica ($M = 3.34 \pm 3.66$) e placebo ($M = 4.12 \pm 4.26$) no CPP direito. No experimento 2, a ANOVA demonstrou o não efeito significativo para o deslocamento proprioceptivo e ETCC no CPM direito ($F_{(2,50)} = 1.243$; $p = 0.297$; $\eta_p^2 = 0.047$) nas estimulações anódica ($M = 5.58 \pm 4.73$), catódica ($M = 4.31 \pm 3.73$) e placebo ($M = 4.6 \pm 4.54$). Os participantes obtiveram deslocamento proprioceptivo positivo em direção a mão de borracha independentemente da polaridade da ETCC nas duas áreas cerebrais estimuladas. A ANOVA revelou que não há diferença significativa ($F_{(2,98)} = 0.074$; $p = 0.928$; $\eta_p^2 = 0.0015$) no deslocamento proprioceptivo entre a área cerebral (CPP e CPM) e polaridade-ETCC.

Para verificar a diferença do deslocamento proprioceptivo para o ponto inicial (dedo indicador esquerdo do participante) foi usado o test-t de única amostra (valor de referência=0, referente ao dedo indicador do participante) para cada polaridade da ETCC no CPP e no CPM. Os resultados revelaram diferença significativa do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha para as polaridades ETCC anódica ($p \leq 0.001$; $p \leq 0.001$), catódica ($p \leq 0.001$; $p \leq 0.001$) e placebo ($p \leq 0.001$; $p \leq 0.001$) no CPP (experimento 1) e no CPM (experimento 2), respectivamente.

Questionário da ilusão da mão de borracha

Inicialmente, realizamos a ANOVA de medida repetida da propriedade corporal da IMB (para isso, realizamos a média das afirmativas de propriedade corporal –Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 e controle – Q6, Q7, Q8, Q9) e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) nas áreas cerebrais CPP direito e CPM direito. No experimento 1, a análise da ANOVA revelou não efeito significativo da propriedade corporal e ETCC no CPP direito ($F_{(2,48)} = 1.52$; $p = 0.229$; $\eta_p^2 = 0.060$) das polaridades anódica ($M = 5.9 \pm 1.11$), catódica ($M = 5.4 \pm 1.62$), placebo ($M =$

5.8 ± 1.26). No experimento 2, a ETCC no CPM direito revelou não diferença significativa ($F_{(2,50)} = 0.842$; $p = 0.437$; $\eta_p^2 = 0.033$) entre as polaridades anódica ($M = 5.9 \pm 0.84$), catódica ($M = 5.7 \pm 1.45$), placebo ($M = 5.6 \pm 1.37$). Quando analisadas as áreas cerebrais CPP direito e CPM direito a ANOVA mostrou não efeito ($F_{(2,98)} = 0.603$; $p = 0.549$; $\eta_p^2 = 0.012$) da propriedade corporal entre as polaridades anódica, catódica e placebo da ETCC.

Para verificar o efeito da propriedade corporal ilusória foi usado o test-t de única amostra (valor de referência=4, ponto neutro da escala visual analógica 1-7 itens) das afirmativas de propriedade corporal e controle. O test-t revelou uma diferença significativa das respostas das afirmativas de propriedade e controle quando comparado ao valor de referência (=4, “nem concordo e nem discordo). Os resultados demonstraram o aumento significativo da intensidade de sensação para afirmativas de propriedade corporal e uma diminuição significativa da intensidade de sensação para as afirmativas controles tanto para o CPP (experimento 1), quanto CPM (experimento 2). Os participantes vivenciaram a propriedade corporal da mão de borracha independentemente do tipo de polaridade da ETCC e da área estimulada.

Na tabela 2 está demonstrada a análise descritiva e o test-t de única amostra das variáveis analisadas, tempo, deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal.

TABELA 2. Dados da ilusão da mão de borracha e ETCC no córtex parietal posterior e no córtex pré-motor.

| | Experimento 1_CPP N= 25 | | | | Experimento 2__CPM N= 26 | | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|--------|-------|-------|--|
| | Média | ±D.E. | T | P | Média | ± D.E. | T | p | |
| Tempo de início da ilusão | segundos | | | | | | | | |
| Anodo | 23.96 | ±6.23 | - | - | 36.47 | ±7.13 | - | - | |
| Catodo | 49.36 | ±9.38 | - | - | 47.12 | ±9.11 | - | - | |
| Placebo | 35.32 | ±6.92 | - | - | 42.85 | ±8.74 | - | - | |
| Deslocamento Propriocep. | centímetros | | (v=0) | | | | | | |
| Anodo | 4.88 | ±0.69 | 7.06 | 0.0** | 5.57 | ±0.93 | 6.02 | 0.0** | |
| Catodo | 3.34 | ±0.73 | 4.56 | 0.0** | 4.31 | ±0.73 | 5.89 | 0.0** | |
| Placebo | 4.12 | ±0.85 | 4.84 | 0.0** | 4.60 | ±0.89 | 5.16 | 0.0** | |
| Propriedade Corporal | likert 1-7 itens | | (v=4) | | | | | | |
| Anodo | 5.92 | ±0.22 | 8.66 | 0.0** | 4.93 | ±0.13 | 6.95 | 0.0** | |
| Catodo | 5.42 | ±0.32 | 4.39 | 0.0** | 5.64 | ±0.28 | 5.80 | 0.0** | |
| Placebo | 5.82 | ±0.25 | 7.21 | 0.0** | 5.61 | ±0.27 | 5.91 | 0.0** | |
| Controle | (v=4) | | | | | | | | |
| Anodo | 2.19 | ±0.29 | -6.21 | 0.0** | 2.69 | ±0.32 | -4.09 | 0.0** | |
| Catodo | 2.40 | ±0.25 | -6.29 | 0.0** | 2.83 | ±0.29 | -4.06 | 0.0** | |
| Placebo | 2.26 | ±0.20 | -8.53 | 0.0** | 2.80 | ±0.31 | -3.89 | 0.0** | |

*p< 0.05 **p< 0.01 v= valor de referência na análise do test-t de única amostra

Correlação ilusão da mão de borracha e estimulação transcraniana por corrente contínua

A correlação de Person foi usada para as variáveis tempo de início da sensação da IMB, deslocamento proprioceptivo, propriedade corporal e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo). A análise revelou correlação inversa do tempo de início da ilusão e propriedade corporal nas polaridades da ETCC. Na estimulação anódica ($r = -0.634$, $p = 0.001$; $r = -0.455$, $p = 0.019$), catódica ($r = -0.589$, $p = 0.002$; $r = -0.624$, $p = 0.001$) e placebo ($r = -0.729$, $p \leq 0.001$; $r = -0.773$, $p \leq 0.001$), no CPP direito (experimento 1) e CPM direito (experimento 2),

respectivamente. O menor tempo de início da sensação da IMB está relacionada a maior intensidade na sensação de propriedade corporal independente da polaridade da ETCC.

No que se refere ao deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal a análise demonstrou correlação direta na ETCC anódica no CPM direito ($r= 0.426$, $p= 0.03$), no experimento 2. Quanto maior a propriedade corporal da mão de borracha, maior o deslocamento proprioceptivo na estimulação anódica no CPM. Não houve correlação do deslocamento proprioceptivo e da propriedade corporal para as demais polaridades de ETCC (catodo e placebo) no CPM e para as polaridades da ETCC no CPP (experimento 1).

Estimulação transcraniana por corrente contínua: Efeitos colaterais e Avaliação da qualidade do estudo cego

Os efeitos colaterais da ETCC e a avaliação do cegamento do estudo foram avaliados após a estimulação. Os efeitos colaterais foram avaliados quanto as sensações dos sintomas (dor de cabeça, dor no pescoço, dor no couro cabeludo, queimação no couro cabeludo, prejuízo auditivo, prejuízo cognitivo, problemas de concentração, mudança de humor aguda, outros) relatados pelo participante após a ETCC, e a intensidade da sensação do sintoma (itens de 1-4). A avaliação da qualidade do estudo cego foi avaliada pela atribuição do tipo do tratamento recebido, ativo ou placebo, pelo participante e pela intensidade da certeza da resposta (itens de 1-5). Os valores percentuais dos efeitos colaterais referidos pelos participantes e a avaliação da atribuição do tipo de tratamento usado na ETCC, assim como as médias das intensidades das sensações, dos experimentos 1 e 2, estão sumarizados na tabela 3. Para análise do percentual de atribuição do tipo de tratamento recebido, ativo ou placebo, foi usado o teste do Qui Quadrado (χ^2), sendo considerada significância estatística quando $p \leq 0.05$.

TABELA 3. Efeitos colaterais pós-ETCC no CPP e no CPM e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 1 e 2.

| | Experimento 1: CPP | | | Experimento 2: CPM | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------|---------|---------------------------|--------|---------|
| | Anodo | Catodo | Placebo | Anodo | Catodo | Placebo |
| Dor_de_cabeça | 4% | 8% | 4% | 3.8% | - | - |
| Intensidade | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | - | - |
| Dor_no_couro_cabeludo | - | - | - | 3.8% | 7.7% | 3,8% |
| Intensidade | - | - | - | 2.0 | 2.5 | 2.0 |
| Queimação_no_couro_cabeludo | 16% | 20% | 32% | 34.6% | 26.95 | 19.2% |
| Intensidade | 2.2 | 2.4 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 2.0 |
| Problemas_de_concentração | 4% | 4% | - | - | - | - |
| Intensidade | 2.0 | 3.0 | - | - | - | - |
| Outros:_coceira | 20% | 16% | 8% | 23.1% | 11.5% | 11.5% |
| Intensidade | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Outros: tontura | - | 4% | 4% | 3.8% | - | - |
| Intensidade | - | 2.0 | 2.0 | 2.0 | - | - |
| Atribuição ATIVA | 84% ** | 84% ** | 44% | 88% ** | 76% ** | 38.5% |
| Intensidade | 4.1 | 4.1 | 3.4 | 3.9 | 3.9 | 3.6 |
| Atribuição PLACEBO | 16% ** | 16% ** | 48% | 11% ** | 15% ** | 57.7% |
| Intensidade | 3.5 | 2.5 | 4.0 | 3.3 | 3.5 | 3.3 |

Fonte: Próprio autor. * $p < 0.05$ ** $p < 0.001$

5.1.6. Discussão

Esse estudo buscou investigar se a ETCC é capaz de neuromodular a integração multissensorial na IMB, e entender o papel do CPP direito e do CPM direito na função causal do paradigma ilusório. Os achados revelaram que a ETCC ativa no CPP direito modulou o tempo de início da sensação da propriedade corporal da mão de borracha, e mostrou o papel crucial da área parietal na velocidade do processamento das informações visuais e táteis na IMB.

Nossos achados confirmaram a hipótese inicial de que o tempo de início da sensação da IMB pode ser modulado pela ETCC ativa em CPP direito. Ambas as polaridades anódica e catódica interferiram no tempo de sensação da ilusão. A estimulação anódica diminuiu o tempo de início para a percepção da ilusão, enquanto a estimulação catódica aumentou o tempo em relação a estimulação anódica e o placebo. A diminuição do tempo de início da sensação da ilusão pela ETCC anódica sugere o aumento da velocidade do processamento da integração visuo-tátil pelo parietal para a formação da propriedade corporal, enquanto na

estimulação catódica houve uma diminuição da velocidade do processamento das informações visuais e táteis. O CPP é a principal área de processamento da integração multissensorial da representação corporal e por isso é uma área crucial para a sensação de propriedade do próprio corpo (BOTVINICK, 2014).

Apesar do CPM trabalhar paralelamente ao CPP para a formação da sensação de incorporação da mão de borracha durante a ilusão, nos resultados não foram encontradas diferenças significativas no tempo de início da sensação da ilusão entre as polaridades ETCC no CPM direito. Esses achados corroboram o estudo realizado por Kammers e colaboradores (2009), que investigou o uso da EMTr no lobo parietal posterior inferior na percepção da representação do corpo e sugeriu que o IPL está diretamente envolvido na percepção imediata da (re) localização do membro superior na IMB. Estudos prévios consideram o CPP como a principal área cerebral responsável pela recepção e integração visuo-tátil-proprioceptiva durante a IMB e por isso recebe fortes sinais corporais. Esses sinais são enviados para o CPM para a formação da representação do corpo como a sensação de incorporação da mão de borracha (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; SERINO et al., 2013; SERINO, 2015; TSAKIRIS, 2010). Em um estudo realizado por Avenanti e colaboradores (2012) foi mostrado que na ativação da circuitaria fronto-parietal, o parietal está envolvido no processamento multissensorial do espaço e o pré-motor na ativação ou inibição dos potenciais evocados de respostas motoras apropriadas para estímulos perto do corpo por meio da EMT. A atividade pré-motora está associada às células centradas na mão alvo, e se tornam ativas ao olhar o pincel perto da mão no espaço peripessoal como demonstrado em um estudo por Ehrsson e colaboradores (2004).

A sensação de propriedade corpórea da mão de borracha foi relatada por todos os participantes por meio da avaliação subjetiva do questionário. Os achados não mostraram diferenças das intensidades relatadas da sensação de propriedade corporal entre as polaridades da ETCC tanto no CPP quanto no CPM. Além disso, a propriedade corporal apresentou relação inversa com o tempo de início da sensação da IMB nas polaridades da ETCC no CPP e no CPM, ou seja, quanto menor o tempo de início da sensação da ilusão, maior foi a sensação de propriedade corporal. Esses achados em conjunto sugerem que a vivência visuo-tátil sincrônica da IMB é uma forte experiência de percepção sensorial capaz de modular a representação corporal. Apesar dos participantes apresentarem uma forte propriedade corporal da mão de borracha durante a ilusão, a hipótese inicial era de que a ETCC ativa no CPM direito modularia a propriedade corporal ilusória. Porém, é possível que o modelo experimental que utilizamos para a montagem da ETCC nesse estudo tenha interferido nos

resultados. Como este é o primeiro estudo envolvendo a ETCC e a IMB, optou-se pela montagem unilateral dos eletrodos tanto para o CPP direito quanto para o CPM direito. Estudos prévios de neuroimagem demonstraram que durante a IMB na circuitaria fronto-parietal, o parietal é ativado contralateralmente ao estímulo visuo-tátil, enquanto o CPM é ativado bilateralmente (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; BLAKEMORE et al, 2005; GENTILE; PETKOVA; EHRSSON, 2011; OLIVÉ et al. 2015). Por isso, novos estudos são necessários para verificar o efeito da montagem dos eletrodos ativos bilateralmente da ETCC no CPM na autoatribuição corporal vivenciada pela IMB.

Os resultados mostraram ainda que o deslocamento proprioceptivo foi positivo para a ETCC e áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito). Apesar de não encontrarmos diferença significativa no deslocamento proprioceptivo entre as polaridades da ETCC, na corrente catódica o deslocamento proprioceptivo foi 32% e 23% menor do que na anódica da ETCC no CPP e CPM respectivamente. Esses resultados revelaram que os participantes desviaram a sensação proprioceptiva da mão em direção a mão de borracha, sugerindo mais uma vez a forte experiência visuo-tátil vivenciada na ilusão capaz de modular a recalibração da sensação de posição da mão do participante. Entretanto, a hipótese inicial era de que a ETCC ativa no CPP direito modularia a sensação proprioceptiva da mão do participante, já que o CPP é uma área cerebral responsável pela recalibração dos estímulos visuo-tátil e posição proprioceptiva do nosso corpo.

A possível interpretação desses resultados é que a mudança de localização proprioceptiva em direção a mão de borracha na ilusão é dependente das informações visuo-tátil-proprioceptiva com importante influência dos estímulos visuais. O modelo apresentado por Makin, Holmes e Ehrsson (2008) demonstrou a importância da informação visual para a formação do esquema de corpo. Eles mostraram que os estímulos visuais são comparados com a representação do corpo (sensação proprioceptiva da posição do corpo) anteriormente à integração visuo-proprioceptivo para decidir se os sinais multissensoriais são congruentes. A partir desse modelo, a formação da representação do corpo pode ser influenciada por informações como a congruência visual e postural. Com isso, a estimulação sincrônica do pincel visto em uma mão de borracha semelhante à sua mão e posicionada em um local congruente ao seu corpo causa o deslocamento proprioceptivo na IMB. Então, podemos sugerir que o modelo experimental da IMB do nosso estudo promoveu uma integração visuo-tátil-proprioceptivo forte o suficiente para haver um desvio da posição sentida proprioceptivamente da mão em direção a mão de borracha e possivelmente não modulada pela

estimulação ETCC ativa nas áreas CPP ou CPM. Nessa linha, estudos demonstraram que além do CPP direito, áreas visuais também são responsáveis pela recalibração da posição do corpo no espaço. No estudo realizado por Wold e colaboradores (2014) observou-se o envolvimento do corpo estriado, localizado na região temporo-occipital visual, na recalibração da posição proprioceptiva da mão na RHI. Por meio da EMT repetida no corpo estriado, os participantes apresentaram um desvio proprioceptivo para a mão de borracha significativamente maior quando comparado a condição placebo.

Outro fator, é a semelhança da prótese utilizada nesse experimento, partindo do pressuposto que a informação visual isolada da mão de borracha pode ser um fator preditivo para integração visuo-proprioceptiva, e então, estar fortemente envolvido no deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha (ROHDE; DI LUCA; ERNST, 2011; MASSELI; SLATER 2014). Segundo Makin e colaboradores (2008) a integração multissensorial com as vias de referência centradas na mão podem ser desencadeadas simplesmente ao ver uma mão artificial, desde que essa mão artificial esteja congruente a posição anatômica do corpo.

Por fim, esses resultados em conjunto revelaram que a estimulação ETCC ativa em CPP foi capaz de modular o tempo de início da sensação da ilusão. Enquanto na estimulação catódica, houve o aumento do tempo para a percepção da ilusão, na estimulação anódica houve a diminuição do tempo de início para a sensação da ilusão. E então, foi demonstrado o papel crucial da área parietal na velocidade do processamento das informações visuais e táteis na IMB por meio da ETCC. Os resultados revelaram ainda que a vivência visuo-tátil-proprioceptiva sincrônica e congruente temporal e espacialmente durante a IMB promove forte integração multissensorial capaz de modular o esquema corporal tanto no deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha quanto a propriedade corporal ilusória, independentemente da polaridade da ETCC usada no CPP e no CPM.

5.2. EXPERIMENTOS 3 e 4 - Modulação da percepção espacial pela estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex parietal posterior (experimento 3) e no córtex pré-motor (experimento 4).

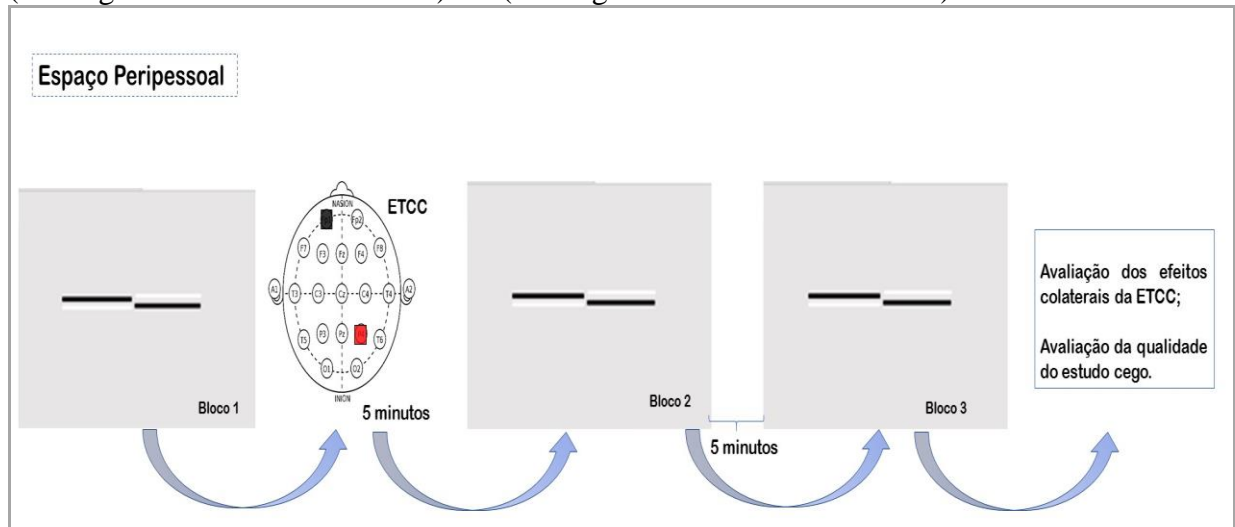
5.2.1. Amostra

50 participantes adultos típicos (35 mulheres), com idades entre 18 e 32 anos (21.49 ± 3.09), destros (91 ± 8.1 pontos por inventário de lateralidade de Edimburgo- Oldfield, 1971), foram recrutados para dois grupos experimentais. Experimento 3: 25 participantes utilizaram estimulação ETCC no CPP direito, na qual os eletrodos foram posicionados em P4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) de acordo com o sistema 10-20 do EEG. Experimento 4: 25 participantes receberam estimulação ETCC no CPM direito com eletrodos de borracha posicionados em Fc4 (eletrodo ativo) / supra orbital (eletrodo de referência) de acordo com o sistema 10-20 do EEG. Cada participante realizou três sessões experimentais, com duração de 30 minutos, com intervalos mínimos de 48 horas entre as sessões.

5.2.2. Desenho experimental

Em cada sessão experimental o participante realizou três blocos da tarefa *Landmark*: o primeiro bloco foi a linha de base do participante; o segundo bloco foi realizado após 5 minutos de ETCC e o terceiro bloco após 10 minutos de estimulação ETCC. Para a ETCC (anódica, catódica ou placebo), os eletrodos foram posicionados no escalpe referente a área do CPP direito (experimento 3) ou do CPM direito (experimento 4) (conforme seleção da área de estimulação), de acordo com o sistema 10-20 do EEG. As etapas do desenho experimental estão representadas na figura 9.

FIGURA 9: Desenho experimental com a representação das etapas dos experimentos 3 (montagem dos eletrodos no CPP) e 4 (montagem dos eletrodos no CPM).



Fonte: Próprio autor.

5.2.3 Procedimento Experimental

O participante foi posicionado em uma cadeira (ajustada conforme altura do participante) confortavelmente, os braços foram posicionados paralelamente ao corpo, com cotovelos flexionados, antebraços apoiados na mesa, e pés apoiados no chão. Eles sentaram alinhados no ponto central do monitor à uma distância de 35 cm da tela. O participante foi instruído a julgar qual o final da linha era menor (em qual o final da linha aparece menor em relação ao ponto de transecção) direito ou esquerdo. A tecla do mouse esquerda ou direita foi pressionada de acordo com a resposta correspondente (tecla à esquerda para as respostas à esquerda e tecla à direita para as respostas à direita). O participante realizou, inicialmente, um bloco de treinamento com 32 estímulos (2 julgamentos de 8 linhas com transecção à esquerda e de 8 linhas com transecção à direita do centro verídico, no bloco de treinamento não foram exibidas as linhas com transecção no centro verídico). Logo após o bloco de treinamento, o bloco experimental 1 (linha de base, sem estimulação ETCC) foi exibido no monitor. Cada bloco experimental consistiu de 136 linhas randomizadas e contrabalançadas (8 julgamentos para cada uma das 17 localizações de transecções). A duração média de cada bloco experimental foi de 4-5 minutos. Ao final do bloco experimental 1, os eletrodos foram posicionados no escalpe no CPP direito ou no CPM direito (conforme seleção da área de estimulação), de acordo com o sistema 10-20 do EEG. O participante recebeu 5 minutos de estimulação ETCC (anódica, catódica ou placebo, conforme ordem da randomização), e em

seguida realizou o bloco 2 e 3 da tarefa *Landmark*, com intervalos de 5 minutos entre os blocos. Ao final do julgamento do bloco 3, o estimulador ETCC foi desligado e o participante foi convidado a responder verbalmente o questionário para controle de efeitos colaterais da ETCC pós-estimulação e avaliação da qualidade do estudo cego. A duração da sessão experimental foi de 30 minutos.

5.2.4 Análises de dados

As análises foram realizadas com o software estatístico Statistica (versão 20.0). Para a caracterização da amostra (idade, lateralidade manual – Edimburgo, domínios do IRI, escore do questionário de mudança corporal), as variáveis contínuas foram analisadas com test-t de amostra independente e as variáveis categóricas com teste Chi-Quadrado de Pearson. Os valores foram apresentados sob forma de média (\pm erro-padrão).

Mensuração da Função Psicométrica (FP)

Para obter de forma objetiva a medida da sensibilidade discriminativa e percepção do ponto-médio das linhas de bissecção para cada bloco em cada participante, as funções psicométricas foram derivadas usando o método de estímulo constante (baseado em BENWELL et al. 2015). A medida dependente foi a proporção de estímulos na qual o participante indicou que o transector à esquerda estava mais próximo ao final da linha. A regressão não-linear pelo método mínimos quadrados foi usada para ajustar a função logística cumulativa dos dados. A função logística cumulativa é descrita pela equação:

$$f(\mu, x, s) = 1 / (1 + \exp((x - \mu) / -w))$$

em que x são os locais dos transectores testados, μ corresponde a localização do eixo-x com 50% da resposta ‘esquerda’ e 50% ‘direita’ e w é a largura estimada (mensurada em cm no eixo-x) que mede a distância entre a parte inferior e superior assíntota da curva sigmoide (daqui em diante referido como largura da curva que está inversamente relacionada com a inclinação). O local 50% é conhecido como o ponto de igualdade subjetivo (*point of subjective equality* – PSE) e representa a medida objetiva do ponto-médio da linha. A largura da FP ajustado fornece uma medida de precisão do julgamento do ponto-médio da linha do

participante (sensibilidade de discriminação visual) e então foi adotado como um índice de incerteza intrínseca da linha de base (largura da curva no bloco 1 sem ETCC: Altos valores da largura da curva indicam alta incerteza intrínseca (categorização do grupo baixa sensibilidade discriminativa), baixos valores da largura da curva indicam baixa incerteza intrínseca (categorização do grupo alta sensibilidade discriminativa). Mensuração da FP foi obtida por todos os três blocos de cada uma das três sessões de todos os participantes. O PSE foi a medida usada para os resultados da ETCC de interesse, enquanto a largura da curva foi primariamente empregada como medida para dividir os participantes de acordo com o nível de desempenho intrínseco na linha de base.

Atribuição do grupo experimental para análise do PSE

Para verificar se a sensibilidade discriminativa de linha de base dos participantes poderia influenciar o efeito da ETCC, os participantes foram divididos em 2 grupos (baseado em BENWELL et al., 2015). A atribuição do grupo foi baseada na largura da curva da FP estimada do participante no bloco 1 (média dos dados da linha de base de todas as três sessões). Separadamente os participantes que exibiram uma largura de curva da FP da linha de base acima da média do grupo foram atribuídos o grupo de ‘baixa sensibilidade discriminativa’ (BSD) e os demais, que exibiram a largura de curva da FP da linha de base abaixo da média do grupo, foram atribuídos ao grupo de ‘alta sensibilidade discriminativa’ (ASD).

Efeito da ETCC

O efeito da ETCC pelos valores do PSE entre a linha de base (bloco 1) e os 2 blocos com uso da ETCC (bloco 2 - 3) foram analisados usando análise de variância de medida repetida (ANOVA). A ANOVA compreendeu então fatores entre-sujeitos: nível de desempenho da linha de base (2 níveis: alto e baixa sensibilidade discriminativa); e fatores intra-sujeitos: polaridade-ETCC (3 níveis: anodo, catodo e placebo) e PSE-blocos (3 níveis: linha de base, ETCC_5min e ETCC_10min). O PSE foi usado como variável dependente. À significância estatística referiu-se quando $p \leq 0.05$. Quando apropriado, a comparação do *post-hoc* foi aplicada usando o *LSD* de Fisher.

5.2.5. Resultados

Caracterização da amostra

Todos os 50 participantes recrutados completaram o experimento 3 e 4, porém, seis participantes foram excluídos, por apresentarem dados insuficientes para análise do PSE do participante na tarefa de atenção visuoespacial. Na tabela 4 os dados sumarizados da caracterização da amostra dos dois grupos experimentais.

TABELA 4. Caracterização da amostra dos participantes dos experimentos 3 e 4.

| | Experimento 3_CPP (n=20) | | Experimento 4_CPM (n=24) | | T | p |
|---------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------|------|
| | Média | ±D.E. | Média | ± D.E. | | |
| Idade (anos) | 21.35 | ±0.67 | 21.60 | ±0.64 | -0.27 | 0.79 |
| Edimburgo | 92.40 | ±1.47 | 90.80 | ±1.99 | 0.62 | 0.54 |

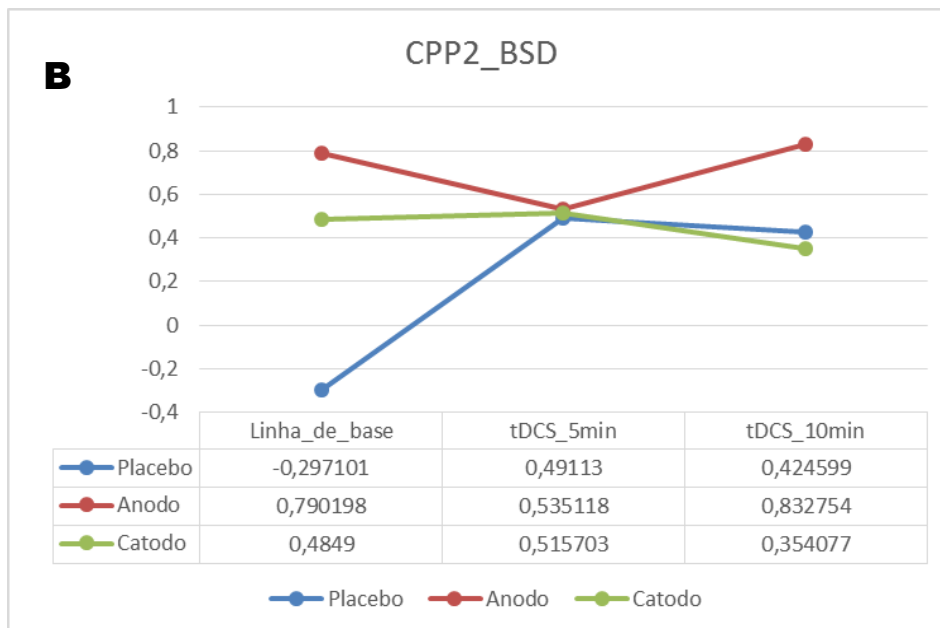
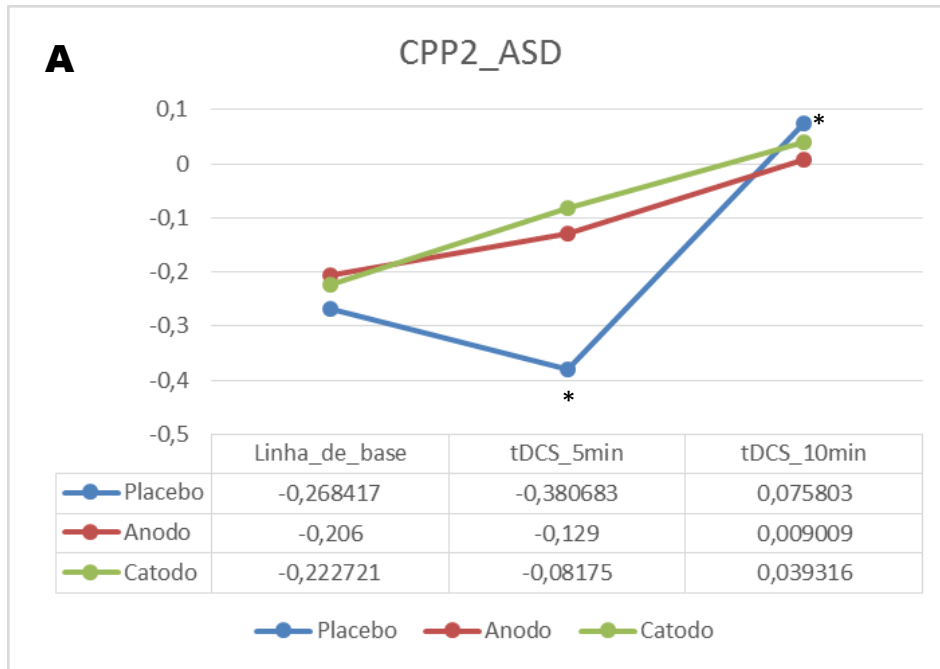
D.E. Desvio de Erro

*p<0.05; **p<0.001

Efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial

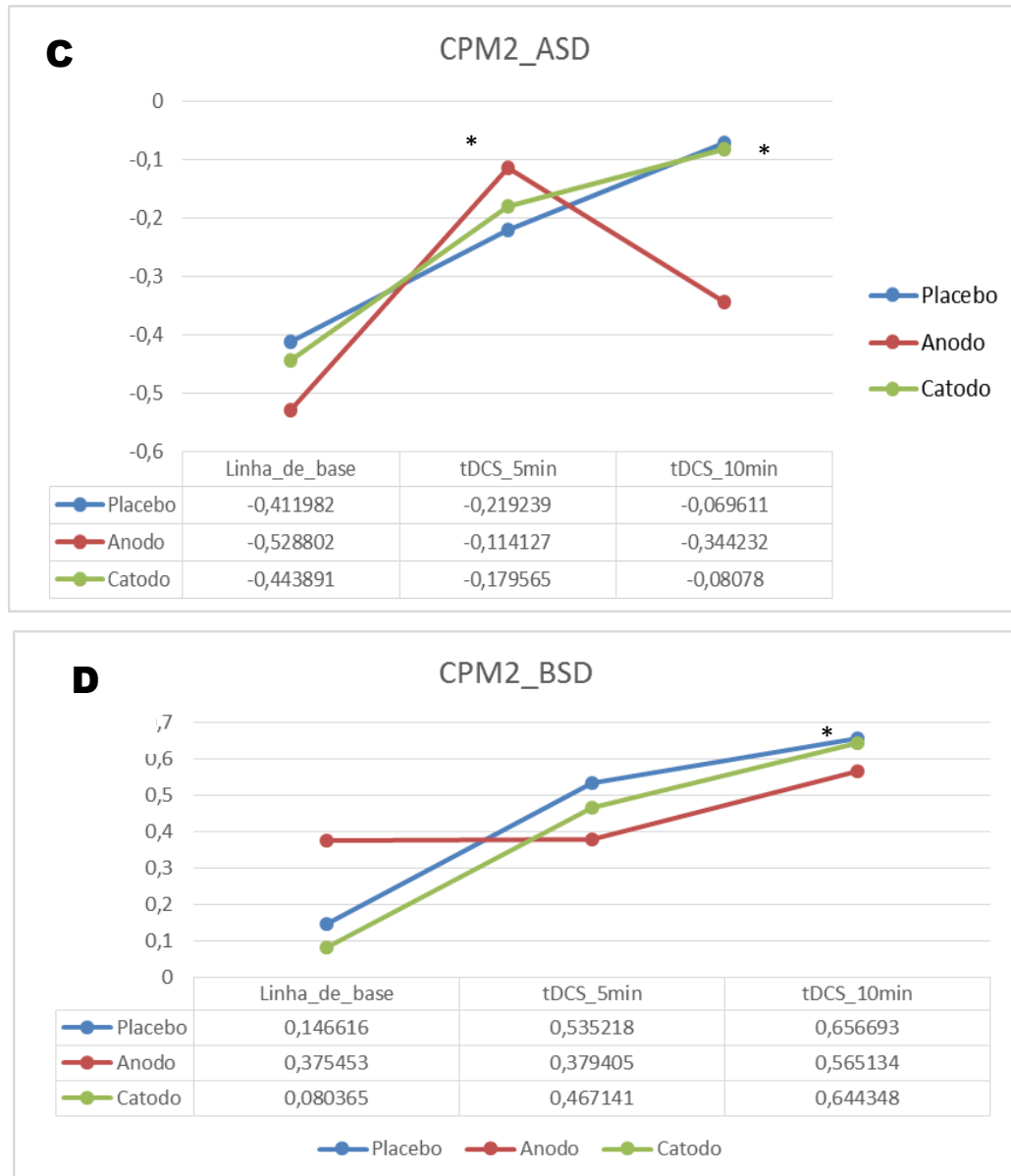
Foi analisado o efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial (baseado no PSE da função psicométrica ajustada). Para isso, foi usada a ANOVA na análise de interação dos fatores polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) e PSE-blocos (linha de base, 5min_ETCC, 10min_ETCC) e nível de desempenho da linha de base (alta sensibilidade discriminativa e baixa sensibilidade discriminativa). Essa análise foi conduzida nas diferentes áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito) separadamente. No experimento 3, para a área cerebral CPP direito, no fator PSE-blocos, a ANOVA revelou efeito significativo intra-blocos na condição ETCC placebo no grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,26)} = 8.175$, $p = 0.002$, $\eta^2 = 0.386$). No post-hoc usando teste LSD-Fisher revelou diferença significativa da linha de base e 10min_ETCC ($p = 0.02$) e 5min_ETCC e 10min_ETCC ($p = 0.002$). Esse efeito revela o viés à esquerda da percepção do ponto-médio da linha na linha de base (bloco 1) e a

diminuição desse viés após a realização do bloco 2 e bloco 3. Nas polaridades ETCC anódica ($F_{(2,26)} = 0.926$, $p = 0.409$, $\eta^2 = 0.066$) e ETCC catódica ($F_{(2,26)} = 1.219$, $p = 0.311$, $\eta^2 = 0.085$) não foram encontrados efeitos no fator PSE-blocos. Para o grupo de baixa sensibilidade discriminativa, a ANOVA revelou efeito não significativo no fator PSE-blocos nas polaridades ETCC anódica ($F_{(2,10)} = 1.405$, $p = 0.289$, $\eta^2 = 0.219$), catódica ($F_{(2,10)} = 0.205$, $p = 0.818$, $\eta^2 = 0.039$), condição placebo ($F_{(2,10)} = 1.456$, $p = 0.278$, $\eta^2 = 0.225$). Os resultados estão representados nos gráficos 1.



GRÁFICOS 1: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPP direito, no experimento 3. A. Representa o grupo de alta sensibilidade discriminativa. B. Representa o grupo de baixa sensibilidade discriminativa. * $p < 0.05$

No experimento 4, para área cerebral CPM direito, no fator PSE-blocos no grupo de alta sensibilidade discriminativa a ANOVA revelou efeito significativo na condição ETCC anódica ($F_{(2,26)}= 3.859$, $p= 0.034$, $\eta^2 = 0.229$). No post-hoc foi observado efeito na diminuição do viés à esquerda da percepção do ponto-médio da linha de base e após 5 minutos de ETCC ($p= 0.0304$), entretanto não houve efeito significativo na linha de base e após 10 minutos de ETCC. No ETCC catodo a ANOVA mostrou efeito significativo $F_{(2,26)}= 5.282$, $p= 0.012$, $\eta^2 = 0.289$ no fator PSE-blocos. No post-hoc revelou efeito da linha de base e 10 minutos de ETCC ($p= 0.012$) com diminuição do viés à esquerda da percepção do ponto-médio da linha. No grupo de baixa sensibilidade discriminativa, a ANOVA revelou efeito significativo para o fator PSE-blocos na condição ETCC catódica ($F_{(2,22)}= 7,956$, $p= 0.002$, $\eta^2 = 0.419$). No post-hoc o efeito foi observado tanto na linha de base ($p=0.041$) e 5min_ETCC quanto para a linha de base e 10min_ETCC ($p=0.002$). E na condição ETCC placebo ($F_{(2,22)}= 4.0$, $p= 0.032$, $\eta^2 = 0.267$), o post-hoc revelou diminuição do viés da percepção do ponto-médio da linha de base e 10 minutos de ETCC ($p= 0.038$). Os resultados estão representados nos gráficos 2.



GRÁFICOS 2: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPM direito, no experimento 4. C. Representa o grupo de alta sensibilidade discriminativa. D. Representa o grupo de baixa

Estimulação transcraniana por corrente contínua: Efeitos colaterais e Avaliação da qualidade do estudo cego

Os efeitos colaterais da ETCC e a avaliação do cegamento do estudo foram avaliados após a estimulação. Os efeitos colaterais foram avaliados quanto as sensações dos sintomas (dor de cabeça, dor no pescoço, dor no couro cabeludo, queimação no couro cabeludo,

prejuízo auditivo, prejuízo cognitivo, problemas de concentração, mudança de humor aguda, outros) relatados pelo participante após a ETCC, e a intensidade da sensação do sintoma (itens de 1-4). A qualidade do estudo cego foi avaliada pela atribuição do tipo do tratamento recebido (ativo ou placebo) pelo participante e a intensidade da certeza da resposta (itens de 1-5). Os valores percentuais dos efeitos colaterais referidos pelos participantes e a avaliação da percepção do tratamento usado na ETCC no CPP e no CPM, assim como as médias das intensidades das sensações, dos experimentos 3 e 4, estão sumarizados na tabela 5. Para análise do percentual de atribuição do tipo de tratamento recebido, ativo ou placebo, foi usado o teste do Qui Quadrado (χ^2), sendo considerada significância estatística quando $p \leq 0.05$.

TABELA 5. Efeitos colaterais pós-ETCC no CPP e no CPM e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 3 e 4.

| | Experimento 3: CPP | | | Experimento 4: CPM | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------|---------|---------------------------|--------|---------|
| | Anodo | Catodo | Placebo | Anodo | Catodo | Placebo |
| Dor_de_cabeça | 4% | - | - | 4% | 4% | - |
| Intensidade | 2.0 | - | - | 3.0 | 2.0 | - |
| Dor_no_couro_cabeludo | 28% | 24% | 16% | 4% | 8% | - |
| Intensidade | 2.4 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 2.0 | - |
| Queimação_no_couro_cabeludo | 20% | 12% | 24% | 36% | 28% | 16% |
| Intensidade | 3.0 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 2.0 |
| Problemas_de_concentração | - | 4% | - | 12% | - | - |
| Intensidade | - | 2.0 | - | 3.0 | - | - |
| Outros:_coceira | 40% | 24% | 16% | 36% | 20% | 20% |
| Intensidade | 2.1 | 2.7 | 2.5 | 3.2 | 2.8 | 2.0 |
| Atribuição ATIVA | 84% ** | 72% * | 52% | 84% ** | 72% * | 36% |
| Intensidade | 4.0 | 3.9 | 4.0 | 4.0 | 4.1 | 3.2 |
| Atribuição PLACEBO | 16% ** | 24% * | 48% | 8% ** | 24% * | 56% |
| Intensidade | 2.7 | 3.5 | 3.7 | 2.0 | 3.8 | 4.1 |

Fonte: Próprio autor. * $p < 0.05$ ** $p < 0.001$

5.3 EXPERIMENTOS 5 e 6; 7 e 8 - Modulação da percepção visuoespacial e percepção corporal por meio da estimulação transcraniana por corrente contínua e da ilusão da mão de borracha no espaço peripessoal (experimentos 5 e 6) e espaço extrapessoal (experimento 7 e 8).

5.3.1. Amostra

100 participantes adultos típicos, com idades entre 18 e 40 anos, destros (por inventário de lateralidade de Edimburgo- Oldfield, 1971), foram recrutados para quatro grupos experimentais.

Os participantes foram divididos em 4 experimentos: 50 participantes realizaram a tarefa *Landmark* exibida a uma distância de 35 cm e usaram a estimulação ETCC no CPP direito, no experimento 5, e no CPM direito, no experimento 6. Os demais 50 participantes realizaram a tarefa *Landmark* exibida a uma distância de 100 cm e usaram a estimulação ETCC no CPP direito (experimento 7) e no CPM direito (experimento 8).

5.3.2. Desenho experimental

Em cada sessão experimental, a tarefa *Landmark* foi exibida inicialmente para o julgamento do primeiro bloco para identificação da linha de base da percepção visuoespacial do participante. Em seguida, a estimulação ETCC (anódica, catódica ou placebo) foi ligada e após 5 minutos de estimulação o segundo bloco da tarefa *Landmark* foi apresentada à distância de 35 cm (espaço peripessoal) ou 100 cm (espaço extrapessoal). Ao final do segundo bloco, o deslocamento proprioceptivo foi mensurado e a IMB foi vivenciada por 180 segundos pelo participante, e novamente o deslocamento proprioceptivo foi mensurado. E então, o terceiro bloco da tarefa *Landmark* foi apresentado. O estimulador ETCC foi desligado e o questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha foi preenchido. As etapas dos desenhos experimentais 5 - 6, e, 7 - 8, estão representadas nas figuras 10 e 11.

FIGURA 10: Desenho experimental com a representação das etapas dos experimentos 5 (montagem dos eletrodos no CPP) e 6 (montagem dos eletrodos no CPM) com a tarefa de atenção visuoespacial exibida no espaço peripessoal.

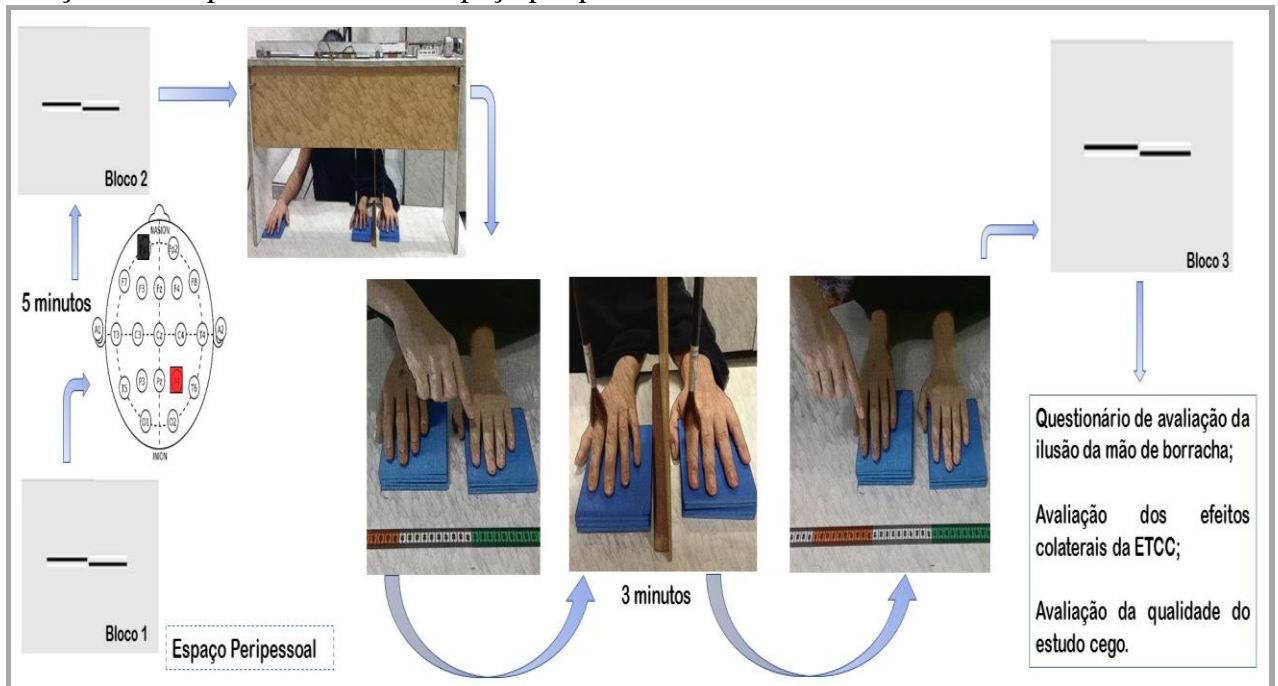
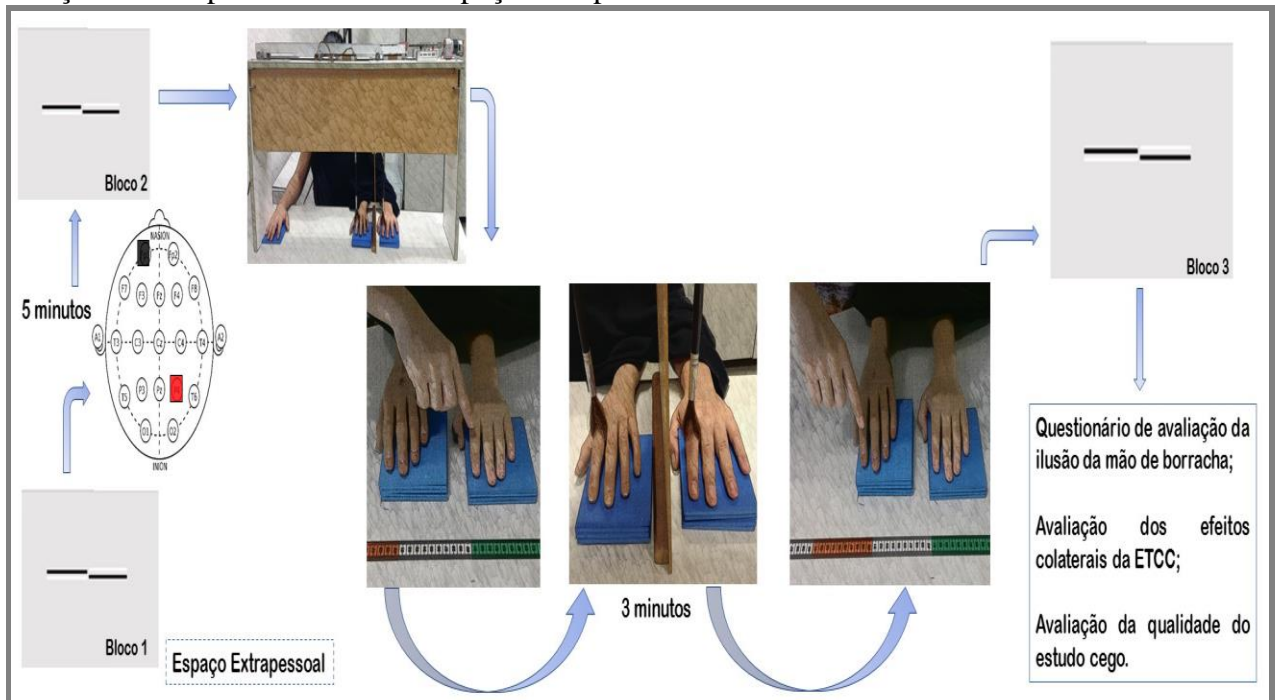


FIGURA 11: Desenho experimental com a representação das etapas dos experimentos 7 (montagem dos eletrodos no CPP) e 8 (montagem dos eletrodos no CPM) com a tarefa de atenção visuoespacial exibida no espaço extrapessoal.



5.3.3. Procedimento experimental

O participante foi posicionado em uma cadeira (ajustada conforme altura do participante) confortavelmente, com os braços apoiados na mesa e pés apoiados no chão. Sentaram alinhados ao ponto central do monitor a uma distância de 35 cm (espaço peripessoal) ou 100 cm (espaço extrapessoal) da tela. O participante foi instruído a julgar qual o final da linha era menor (em qual lado final da linha aparece menor em relação ao ponto de transecção), direito ou esquerdo. A tecla do mouse esquerda ou direita foi pressionada de acordo com a resposta correspondente (tecla à esquerda para as respostas à esquerda e tecla à direita para as respostas à direita). O participante realizou, inicialmente, um bloco de treinamento com 32 estímulos (2 julgamentos de 8 linhas com transecção à esquerda e 8 linhas com transecção à direita do centro verídico, no bloco de treinamento não foram exibidas as linhas com transecção no centro verídico). Logo após o bloco de treinamento, o bloco experimental 1 (linha de base, sem estimulação ETCC) foi exibido no monitor. Cada bloco experimental consistiu de 136 linhas (8 julgamentos para cada uma das 17 localizações transecionadas). Para cada bloco, os estímulos foram randomizados e contrabalançados e duração média foi de 4-5 minutos por bloco. Posteriormente ao bloco 1 experimental da tarefa *Landmark*, os eletrodos foram posicionados no escalpe do participante na localização referente a área cerebral do CPP direito ou do CPM direito (conforme seleção da área de estimulação), de acordo com o sistema 10-20 do EEG.

O participante recebeu a estimulação ETCC (anódica, catódica ou placebo, conforme ordem da randomização) por 5 minutos e, em seguida, o segundo bloco da tarefa *Landmark* foi exibido na mesma distância inicialmente estabelecida. Ao término do segundo bloco, os braços do participante foram posicionados paralelamente ao corpo, com cotovelos flexionados e antebraços apoiados na mesa. Foi solicitado ao participante que, com os olhos fechados, localizasse com a sua mão direita o seu dedo indicador esquerdo. Essa localização proprioceptiva foi medida por uma régua. A mão de borracha foi posicionada ao lado da mão esquerda do participante à distância de 17 cm do dedo indicador esquerdo do participante. Em seguida, a mão esquerda do participante foi ocluída por uma divisória de madeira. Ao abrir os olhos o participante observou a estimulação sincrônica do pincel na mão de borracha por 180 segundos, enquanto o outro pincel tocava a sua mão (de forma sincrônica e congruente ao pincel observado) ocluída da visão. Foi solicitado ao participante para avisar o momento de início da sensação da propriedade corpórea da mão de borracha, dizendo “Estou sentindo”. O tempo de início da sensação da ilusão foi marcado por um cronômetro. A observação da

estimulação do pincel na mão de borracha continuou até completar os 180 segundos e, então, a divisória de madeira foi removida e o participante com os olhos fechados realizou novamente a localização proprioceptiva do seu dedo indicador esquerdo. Em seguida, o terceiro bloco da tarefa *Landmark* foi apresentado e após o julgamento dos estímulos, o estimulador da ETCC foi desligado. O participante preencheu o questionário de avaliação da ilusão da mão de borracha e respondeu verbalmente ao questionário de controle dos efeitos colaterais da ETCC e da avaliação da qualidade do estudo cego. Todas as coletas de dados foram realizadas pelo mesmo pesquisador, e com o mesmo tempo de 45 minutos de duração para as sessões de coleta.

5.3.4 Análise de dados

As análises foram realizadas com o software estatístico Statistica (versão 20.0). Para a caracterização da amostra (idade, lateralidade manual – Edimburgo, domínios do IRI, escore do questionário de mudança corporal), as variáveis contínuas foram analisadas com test-t de amostra independente e as variáveis categóricas com teste Chi-Quadrado de Pearson. Os valores foram apresentados sob forma de média (\pm erro-padrão).

Mensuração da Função Psicométrica (FP)

Para obter de forma objetiva a medida da sensibilidade discriminativa e percepção do ponto-médio das linhas de bissecção para cada bloco em cada participante, as funções psicométricas foram derivadas usando o método de estímulo constante (baseado em BENWELL et al. 2015) (ver secção 4.2.4.1. Mensuração da Função Psicométrica dos Experimentos 3 e 4).

Atribuição do grupo experimental para análise do PSE

Para verificar se a sensibilidade discriminativa de linha de base dos participantes poderia influenciar o efeito da ETCC, os participantes foram divididos em 2 grupos (baseado em BENWELL et al., 2015). Conforme explicado na secção 5.2.4 Análise de dados: Atribuição do grupo experimental para análise do PSE, dos experimentos 3 e 4. Separadamente, os participantes que exibiram uma largura de curva da FP da linha de base acima da média do grupo foram atribuídos ao grupo de ‘baixa sensibilidade discriminativa’ e

os demais, que exibiram a largura de curva da FP da linha de base abaixo da média do grupo, foram atribuídos ao grupo de ‘alta sensibilidade discriminativa’.

Efeito da ETCC

O PSE foi a medida usada para os resultados da ETCC de interesse, enquanto a largura da curva foi primariamente empregada como medida para dividir os participantes de acordo com o nível de desempenho intrínseco na linha de base. O efeito da ETCC pelos valores do PSE entre a linha de base (bloco 1) e os 2 blocos com uso da ETCC (bloco 2 - 3) foram analisados usando análise de variância de medida repetida (ANOVA). A ANOVA compreendeu então fatores entre-sujeitos: área cerebral-ETCC (2 níveis: CPP e CPM) e nível de desempenho da linha de base (2 níveis: alto e baixa sensibilidade discriminativa); e fatores intra-sujeitos: polaridade-ETCC (3 níveis: anodo, catodo e placebo) e PSE-blocos (3 níveis: linha de base, ETCC_5min e ETCC_10min). O PSE foi usado como variável dependente.

Os efeitos da ilusão da mão de borracha foram analisados pela ANOVA de medida repetida. Os valores das variáveis da ilusão da mão de borracha foram as medidas usadas para os resultados do efeito da ETCC (anodo, catodo e placebo). Para isso, foram considerados os fatores: tempo de início da percepção da ilusão, deslocamento proprioceptivo, propriedade corporal da mão de borracha. Como fator entre-sujeitos, a área cerebral-ETCC (2 níveis: CPP e CPM). O teste-t de única amostra foi utilizado para verificar o efeito da distância do deslocamento proprioceptivo em direção à mão de borracha. O valor de referência usado para análise foi o zero (considerando o ponto inicial – dedo indicador do participante). O teste-t de única amostra foi utilizado também para analisar se os participantes incorporaram a mão de borracha como sendo sua própria mão. Neste caso, o valor de referência usado para análise foi o quatro. Esse valor está relacionado ao ponto de equilíbrio (“*nem concordo e nem discordo*”) da escala analógica visual (escala likert 1-7 itens).

A significância estatística referiu-se quando $p \leq 0.05$. Quando apropriado, a comparação do *Post-Hoc* foi aplicada usando o LSD de Fisher.

5.3.5 Resultados

Caracterização da amostra

Os 100 participantes recrutados para a realização dos experimentos 5, 6, 7 e 8 finalizaram as três sessões experimentais. Nos experimentos 5 e 6, dos 50 participantes nove foram excluídos, pois apresentaram dados insuficientes para análise do PSE do participante na tarefa de atenção visuoespacial e, então, 41 participantes (33 mulheres) foram incluídos para a análise. Nos experimentos 7 e 8, dos 50 participantes dez foram excluídos do experimento, pois apresentaram dados insuficientes para análise do PSE do participante na tarefa de atenção visuoespacial. Dessa forma, 40 participantes (32 mulheres) foram incluídos para análise dos dados.

Os valores das subescalas Tomada de Perspectiva, Preocupação Empática, Fantasia, Desconforto Pessoal da amostra estudada nos experimentos estão de acordo com os valores apresentados no estudo de validação do IRI (LIMPO, ALVES, CATRO, 2010). Assim como o escore do questionário da mudança corporal dos participantes dos experimentos está conforme demonstrado no estudo de avaliação psicométrica do questionário (MEIRELES et al., 2015).

Os dados da caracterização da amostra dos experimentos 5, 6, 7 e 8 foram sumarizados nas tabelas 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6. Caracterização da amostra dos participantes do experimento 5 e 6.

| | Experimento 5_CPP | | Experimento 6_CPM | | | |
|------------------------|--------------------|-------|-------------------|--------|-------|------|
| | N=21 | | N=20 | | T | p |
| | Média | ±D.E. | Média | ± D.E. | | |
| Idade (anos) | 20.14 | ±0.46 | 20.85 | ±0.62 | -0.92 | 0.36 |
| Edimburgo | 92.4 | ±1.71 | 87.7 | ±2.03 | -1.75 | 0.08 |
| Tomada _de_Perspectiva | 17.29 | ±0.80 | 18.30 | ±0.69 | -0.95 | 0.34 |
| Preocupação_Empática | 15.24 | ±0.74 | 18.15 | ±1.26 | -2.01 | 0.05 |
| Fantasia | 16.19 | ±1.03 | 17.40 | ±0.82 | -0.91 | 0.37 |
| Desconforto_Pessoal | 12.38 | ±0.91 | 12.65 | ±0.88 | -0.21 | 0.83 |
| Mudança_Corporal | 85.43 | ±4.66 | 79.85 | ±5.04 | 0.81 | 0.42 |
| D.E. Desvio de Erro | *p<0.05; **p<0.001 | | | | | |

Tabela 7. Caracterização da amostra dos participantes do experimento 7 e 8.

| | Experimento 7_CPP | | Experimento 8_CPM | | T | p |
|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|--------|-------|------|
| | N=20 | | N= 20 | | | |
| | Média | ±D.E. | Média | ± D.E. | | |
| Idade (anos) | 21.7 | ±0.51 | 23.8 | ±1.13 | -1.75 | 0.89 |
| Edimburgo | 86.5 | ±3.58 | 92 | ±1.46 | -1.40 | 0.17 |
| Tomada_de_Perspectiva | 15.60 | ±0.92 | 17.16 | ±0.80 | -1.27 | 0.21 |
| Preocupação_Empática | 18.10 | ±0.77 | 18.00 | ±0.852 | 0.09 | 0.93 |
| Fantasia | 16.35 | ±1.19 | 15.58 | ±1.34 | 0.43 | 0.67 |
| Desconforto_Pessoal | 12.20 | ±0.75 | 11.68 | ±0.89 | 0.44 | 0.66 |
| Mudança_Corporal | 84.60 | ±5.19 | 93.42 | ±7.06 | -1.01 | 0.32 |

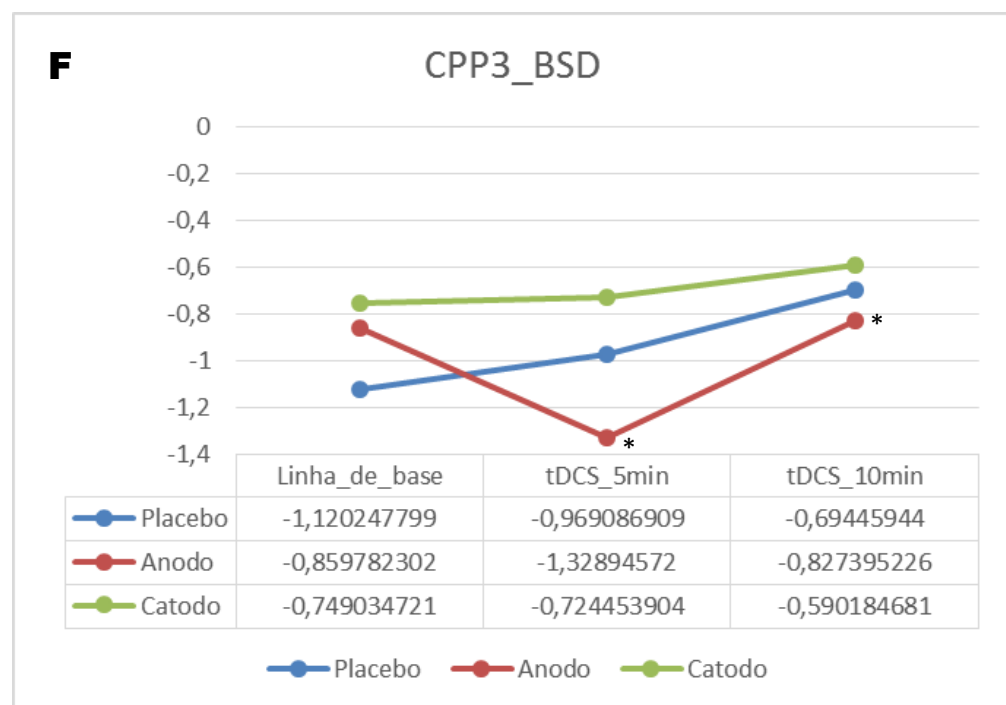
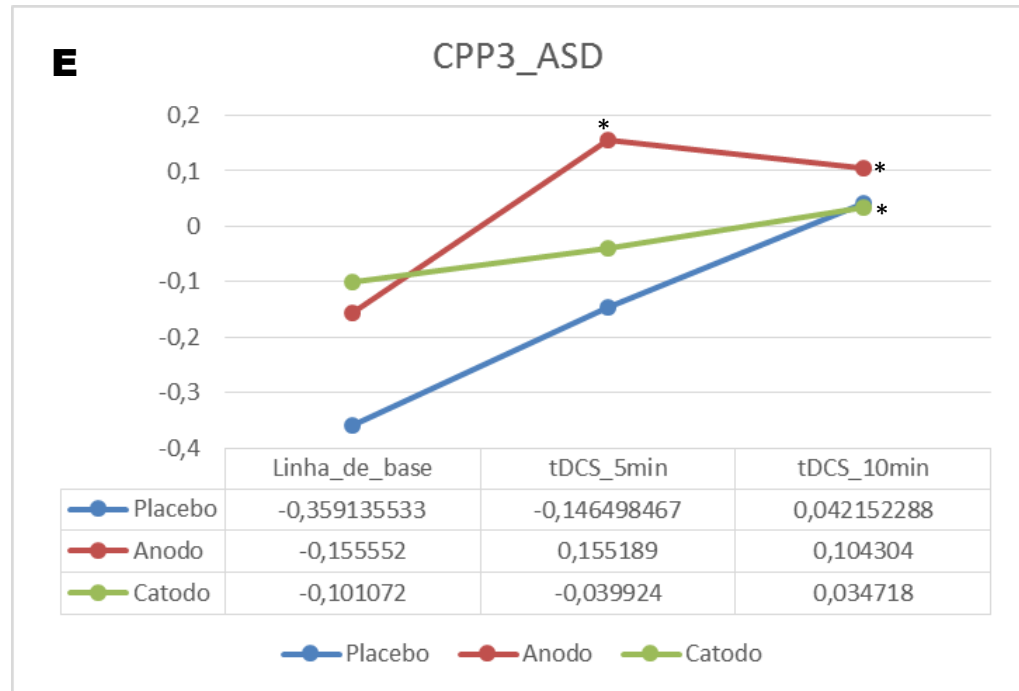
D.E. Desvio de Erro

*p<0.05; **p<0.001

Efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial no espaço peripessoal

A ANOVA de medida repetida foi usada para analisar o efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial (baseado no PSE da função psicométrica ajustada) com exibição da tarefa *Landmark* à distância de 35 cm do participante nos três blocos (bloco 1: linha de base, bloco 2: 5 minutos de ETCC e antes da IMB, bloco 3: 10 minutos de ETCC e após a IMB). Para isso, usamos a ANOVA na análise de interação dos fatores polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) e PSE-blocos (linha de base, 5min_ETCC, 10min_ETCC). Essa análise foi conduzida pelo nível de desempenho da linha de base (baixa sensibilidade discriminativa e alta sensibilidade discriminativa) e nas áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito) separadamente. No experimento 5, na área cerebral CPP direito, no fator PSE-blocos a ANOVA revelou efeito significativo intra-blocos no grupo de alta sensibilidade discriminativa na polaridade ETCC anodo ($F_{(2,28)}= 4.383$, $p= 0.022$, $\eta^2 = 0.238$). No post-hoc usando teste LSD-Fisher revelou-se diminuição gradual do viés à esquerda para à direita da percepção do ponto-médio da linha entre a linha de base e 5min_ETCC ($p= 0.01$) e linha de base e 10min_ETCC ($p= 0.028$). E na condição placebo ($F_{(2,28)}= 5.114$, $p= 0.013$, $\eta^2 = 0.267$), o post-hoc demonstrou diminuição do viés à esquerda da percepção do ponto-médio da linha entre a linha de base e o terceiro bloco ($p= 0.003$). No grupo de baixa sensibilidade

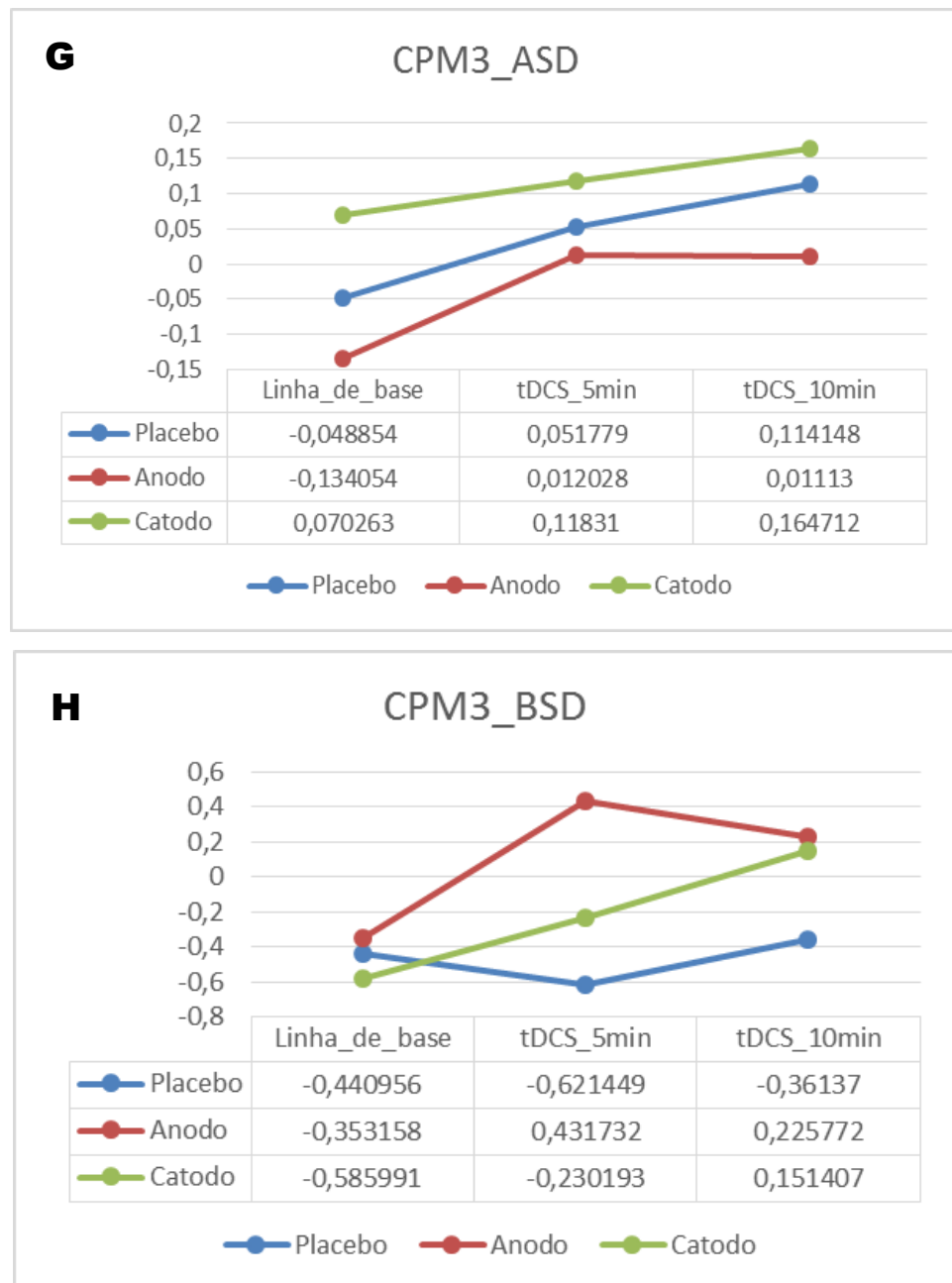
discriminativa, a ANOVA mostrou efeito significativo no fator PSE-blocos, na polaridade-ETCC anodo ($F_{(2,10)} = 5.067$, $p = 0.030$, $\eta^2 = 0.5033$). O post-hoc revelou aumento do viés da percepção do ponto-médio da linha na linha de base e 5min_ETCC ($p = 0.024$), assim como diminuição do viés durante os 5min_ETCC e 10min_ETCC ($p = 0.017$). Para as polaridades ETCC catodo ($F_{(2,10)} = 0,044$, $p = 0,957$, $\eta^2 = 0.008$) e placebo ($F_{(2,10)} = 2,434$, $p = 0.137$, $\eta^2 = 0.327$) não houve efeito significativo no fator PSE-blocos. Apesar do efeito na polaridade anodo, é possível observar que não houve diferença significativa entre linha de base e após 10 minutos de ETCC. Os resultados estão representados nos gráficos 3.



GRÁFICOS 3: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPP direito, no experimento 5. **E.** Representa o gráfico do PSE do grupo de alta sensibilidade discriminativa. **F.** Representa o grupo de baixa sensibilidade discriminativa. * $p < 0.05$

No experimento 6, na área cerebral CPM direito, no fator PSE-blocos a ANOVA revelou efeito não significativo intra-blocos tanto no grupo de alta sensibilidade

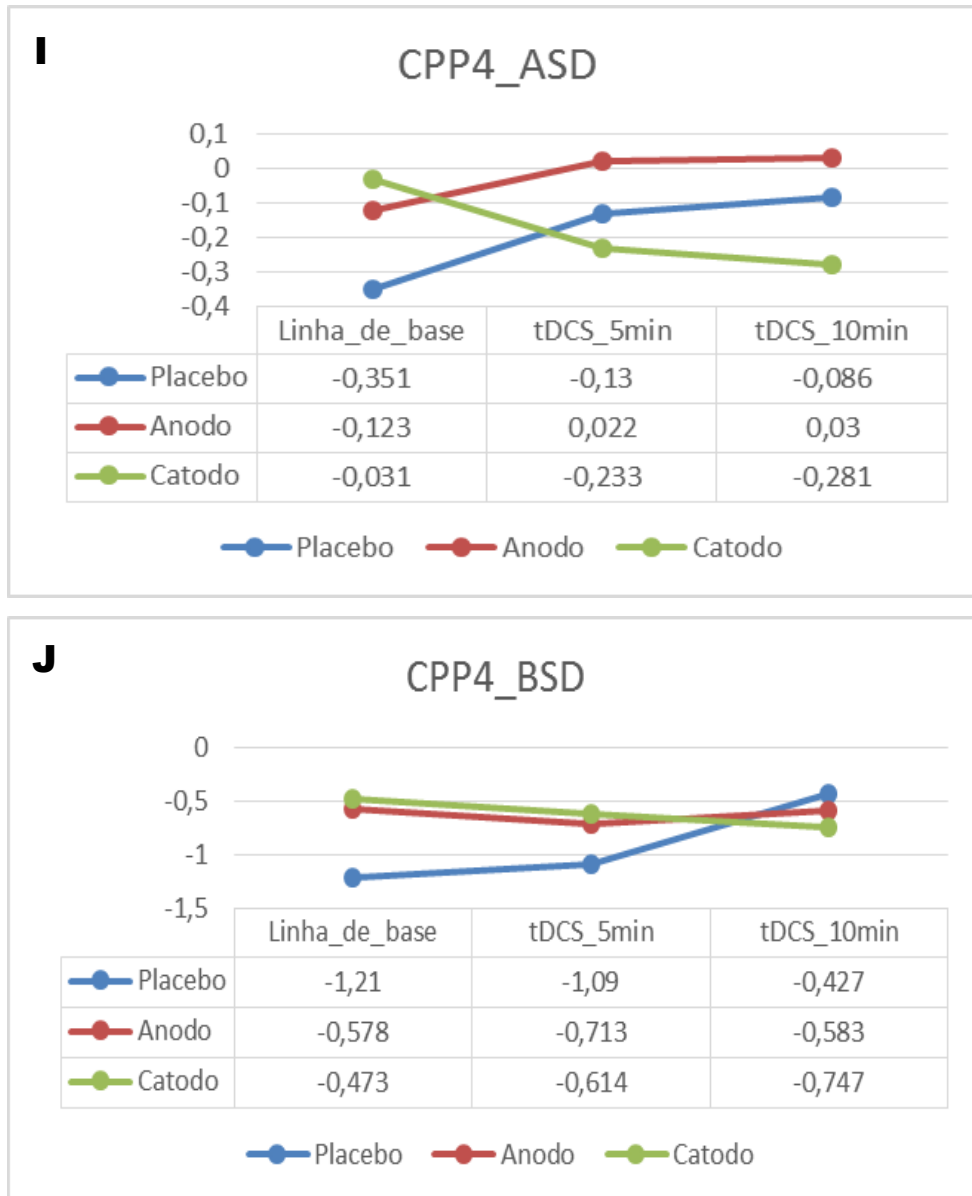
discriminativa quanto no grupo de baixa sensibilidade discriminativa para ETCC anodo ($F_{(2,22)}= 0.395$, $p= 0.678$, $\eta^2 = 0.035$, $F_{(2,14)}= 2.247$, $p= 0.612$, $\eta^2 = 0.243$), ETCC catodo ($F_{(2,22)}= 0.365$, $p= 0.698$, $\eta^2 = 0.03$, $F_{(2,14)}= 1.343$, $p= 0.293$, $\eta^2 = 0.161$) e ETCC placebo ($F_{(2,22)}= 0.471$, $p= 0.631$, $\eta^2 = 0.04$, $F_{(2,14)}= 0.499$, $p= 0.665$, $\eta^2 = 0.056$). Portanto, nessa área cerebral a mudança do viés de percepção do ponto-médio da linha não foi significativa. Os resultados estão representados nos gráficos 4.



GRÁFICOS 4: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPM direito, no experimento 6. G. Representa o grupo de alta sensibilidade discriminativa. H. Representa o grupo de baixa sensibilidade discriminativa.

Efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial no espaço extrapessoal

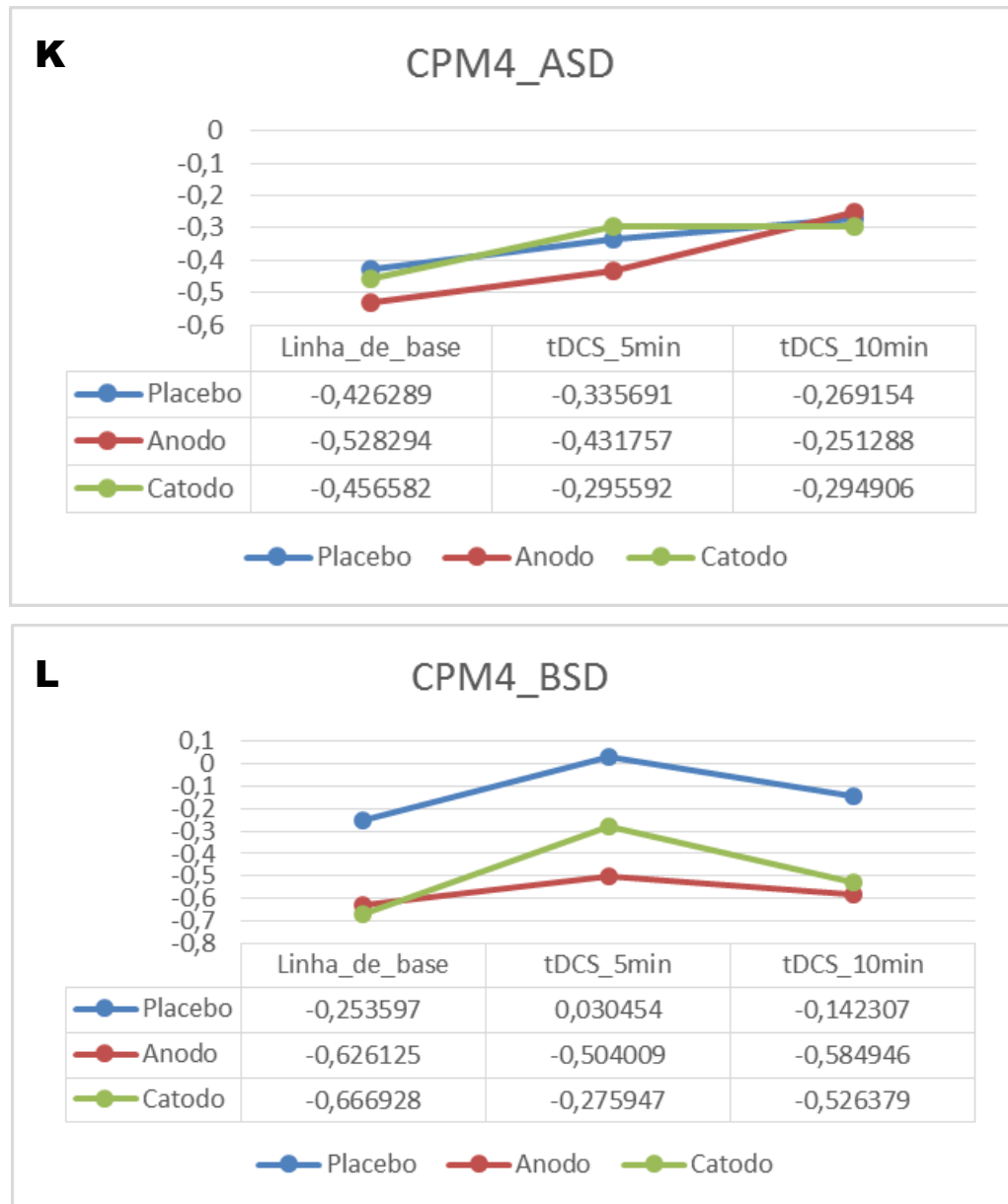
O efeito da ETCC no viés da atenção visuoespacial (baseado no PSE da função psicométrica ajustada) com exibição da tarefa *Landmark* à distância de 100 cm do ângulo visual do participante nos três blocos (bloco 1: linha de base, bloco 2: 5 minutos de ETCC e antes da IMB, bloco 3: 10 minutos de ETCC e após a IMB) foi analisado pela ANOVA de medida repetida. A ANOVA foi usada na análise de interação dos fatores polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) e PSE-blocos (linha de base, 5min_ETCC, 10min_ETCC). Essa análise foi conduzida pelo nível de desempenho da linha de base (baixa sensibilidade discriminativa e alta sensibilidade discriminativa) e nas áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito) separadamente. No experimento 7, a ANOVA revelou efeito não significativo para o fator PSE-blocos para ETCC anodo ($F_{(2,22)} = 0.388$, $p = 0.683$, $\eta^2 = 0.034$; $F_{(2,14)} = 0.100$, $p = 0.905$, $\eta^2 = 0.014$), ETCC catodo ($F_{(2,22)} = 0.095$, $p = 0.910$, $\eta^2 = 0.009$; $F_{(2,14)} = 0.364$, $p = 0.701$, $\eta^2 = 0.049$) e placebo ($F_{(2,22)} = 2.704$, $p = 0.089$, $\eta^2 = 0.197$; $F_{(2,14)} = 1.865$, $p = 0.191$, $\eta^2 = 0.210$) na área do CPP direito dos grupos alta sensibilidade discriminativa e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. Os resultados estão representados nos gráficos 5.



GRÁFICOS 5: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPP direito, no experimento 7. I. Representa o grupo de alta sensibilidade discriminativa. J. Representa o grupo de baixa sensibilidade discriminativa.

No experimento 8, na área cerebral CPM direito, também não foram demonstrados efeitos significativos para as polaridades ETCC anodo ($F_{(2,28)} = 2.667$, $p = 0.087$, $\eta^2 = 0.16$; $F_{(2,8)} = 0.139$, $p = 0.872$, $\eta^2 = 0.034$), ETCC catodo ($F_{(2,28)} = 0.987$, $p = 0.385$, $\eta^2 = 0.066$; $F_{(2,8)} = 0.571$, $p = 0.586$, $\eta^2 = 0.125$) e placebo ($F_{(2,28)} = 0.953$, $p = 0.398$, $\eta^2 = 0.064$; $F_{(2,8)} = 1.183$, $p = 0.355$, $\eta^2 = 0.228$) dos grupos alta sensibilidade discriminativa e baixa sensibilidade

discriminativa, respectivamente. Esses dados demonstraram que o efeito na mudança do viés de percepção do ponto-médio da linha não foi significativo quando a tarefa *Landmark* foi exibida à distância de 100 cm, no espaço extrapessoal. Os resultados estão representados nos gráficos 6.



GRÁFICOS 6: Representação gráfica das médias do PSE na linha de base, 5 minutos de ETCC e 10 minutos das condições da ETCC (anodo, catodo e placebo) no CPM direito, no experimento 8. K. Representa o grupo de alta sensibilidade discriminativa. L. Representa o grupo de baixa sensibilidade discriminativa.

Ilusão da mão de borracha com estímulo da atenção visuoespacial exibido no espaço peripessoal

O efeito da ETCC na ilusão da mão de borracha foi analisado pela ANOVA de medida repetida. A ilusão da mão de borracha foi vivenciada pelo participante após bloco 1 e bloco 2 da tarefa de atenção visuoespacial.

A ANOVA foi usada na análise de interação dos fatores polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) e IMB (tempo de início da ilusão, deslocamento proprioceptivo, propriedade corporal), nos momentos (linha de base, 5min_ETCC, 10min_ETCC). Essa análise foi conduzida pelo nível de desempenho da linha de base (baixa sensibilidade discriminativa e alta sensibilidade discriminativa) e nas áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito) separadamente. No experimento 5, para a análise do tempo de início da IMB e polaridade-ETCC no CPP direito, a ANOVA revelou efeito não significativo do tempo de início da IMB entre as polaridades da ETCC tanto para o grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,28)}=0.664$, $p=0.523$, $\eta^2 = 0.045$) quanto para o de baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,10)}= 2,119$, $p= 0.171$, $\eta^2 = 0.298$). No experimento 6, na área cerebral CPM direito, não foi observado na análise efeito no tempo de início da IMB nas polaridades da ETCC nos grupos de alta ($F_{(2,22)}= 0.609$, $p= 0.553$, $\eta^2 = 0.052$) e baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,14)}= 0.692$, $p= 0.517$, $\eta^2 = 0.09$).

Na análise do deslocamento proprioceptivo e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo). No experimento 5, no CPP direito, a ANOVA revelou efeito no grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,28)}= 4,56$, $p= 0.02$, $\eta^2 =0.246$). No post-hoc houve diferença significativa no anodo e catodo ($p= 0.017$). O deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha foi menor na polaridade catódica quando comparada a anódica. No grupo de baixa sensibilidade discriminativa não houve diferença significativa no deslocamento proprioceptivo entre as polaridades da ETCC ($F_{(2,10)}= 0.131$, $p= 0.879$, $\eta^2 = 0.02$). Para verificar o efeito da distância do deslocamento proprioceptivo em direção à mão de borracha foi realizado o test-t de única amostra com valor de referência igual a zero (considerando o ponto inicial – dedo indicador do participante). O test-t revelou diferença significativa do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha para as polaridades ETCC anódica ($p\leq 0.001$) e placebo ($p= 0.01$) para o grupo alta sensibilidade discriminativa, e anódica ($p= 0.01$) para o grupo de baixa sensibilidade discriminativa. O deslocamento

proprioceptivo foi positivo, porém não significativo para a polaridade catódica e do placebo. No experimento 6, na área cerebral do CPM direito, a análise da ANOVA demonstrou efeito não significativo no deslocamento proprioceptivo entre as polaridades da ETCC nos grupos de alta ($F_{(2,22)} = 0.258$, $p = 0.774$, $\eta^2 = 0.022$) e baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,14)} = 2.200$, $p = 0.147$, $\eta^2 = 0.239$). Na análise do test-t de única amostra foi observada diferença significativa no deslocamento proprioceptivo em direção mão de borracha (em comparação ao ponto inicial – dedo indicador esquerdo do participante) nas polaridades da ETCC anódica ($p = 0.01$; $p = 0.01$), catódica ($p < 0.001$; $p < 0.001$) e placebo ($p = 0.01$; $p = 0.02$), nos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. Esses dados demonstraram que houve um deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha após a IMB independentemente da polaridade da ETCC usada no CPM direito e do nível de sensibilidade discriminativa.

Para a interação polaridade-ETCC e Propriedade Corporal da mão de borracha (foi considerado o escore total: propriedade corporal, a média das afirmativas de propriedade corporal, e controle, a média das afirmativas controle). No experimento 5, a ANOVA mostrou efeito não significativo das afirmativas de propriedade corporal ($F_{(2,28)} = 0.496$, $p = 0.614$, $\eta^2 = 0.034$; $F_{(2,10)} = 1.969$, $p = 0.190$, $\eta^2 = 0.282$) e de controle ($F_{(2,28)} = 1.85$, $p = 0.175$, $\eta^2 = 0.117$; $F_{(2,10)} = 1.355$, $p = 0.3014$, $\eta^2 = 0.213$) entre as polaridades-ETCC no CPP direito para os grupos alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. No experimento 6, no CPM direito, a ANOVA revelou efeito não significativo das afirmativas tanto da propriedade corporal ($F_{(2,22)} = 0.991$, $p = 0.387$, $\eta^2 = 0.08$; $F_{(2,14)} = 2.94$, $p = 0.086$, $\eta^2 = 0.296$) quanto de controle ($F_{(2,22)} = 1.369$, $p = 0.275$, $\eta^2 = 0.110$; $F_{(2,14)} = 2.741$, $p = 0.098$, $\eta^2 = 0.281$) entre as polaridades-ETCC dos grupos alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. Nós conduzimos a análise do test-t de única amostra, considerando valor de referência quatro (resposta de neutralidade da escala visual analógica “nem concordo e nem discordo”). O test-t revelou que as afirmativas de propriedade corporal têm o escore significativamente maior que o valor de neutralidade, ou seja, os participantes incorporaram a mão de borracha como sendo sua própria mão, independentemente da área cerebral estimulada, da polaridade da ETCC usada e do nível de desempenho da sensibilidade discriminativa (ver TABELAS 7 e 8).

Nas tabelas 8 e 9 estão demonstradas a análise descritiva e o test-t de única amostra das variáveis analisadas, tempo, deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal.

TABELA 8. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibido no espaço peripessoal e ETCC no córtex parietal posterior, do experimento 5.

| | Experimento 5_CPP_ASD | | | | Experimento 5_CPP_BSD | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|----------|----------|-----------------------|---------------|----------|----------|
| | N=15 | | | | N=6 | | | |
| | Média | ±D.E. | T | P | Média | ± D.E. | T | p |
| Tempo de início da ilusão | | | | | | | | |
| Anodo | 33.07 | ±9.47 | | | 27.67 | ±8.01 | | |
| Catodo | 40.73 | ±8.90 | | | 46.83 | ±11.24 | | |
| Placebo | 42.80 | ±13.19 | | | 32.67 | ±9.38 | | |
| Deslocamento Proprioc. (v=0) | | | | | | | | |
| Anodo | 3.97 | ±0.89 | 4.44 | 0.0** | 3.92 | ±0.61 | 6.34 | 0.01* |
| Catodo | 1.30* | ±0.91 | 1.43 | 0.17 | 4.00 | ±2.35 | 1.70 | 0.15 |
| Placebo | 2.30 | ±0.82 | 2.79 | 0.01* | 4.83 | ±2.30 | 2.04 | 0.10 |
| Propriedade Corporal (v=4) | | | | | | | | |
| Anodo | 5.88 | ±0.27 | 10.5 | 0.0** | 6.10 | ±0.38 | 8.04 | 0.0** |
| Catodo | 5.63 | ±0.26 | 10.3 | 0.0** | 5.33 | ±0.21 | 11.1 | 0.0** |
| Placebo | 5.67 | ±0.34 | 7.95 | 0.0** | 6.00 | ±0.00 | - | - |
| Controle (v=4) | | | | | | | | |
| Anodo | 3.03 | ±0.30 | -3.16 | 0.01 | 3.12 | ±0.48 | -1.75 | 0.74 |
| Catodo | 2.53 | ±0.43 | -3.41 | 0.0** | 3.53 | ±0.43 | -1.00 | 0.363 |
| Placebo | 2.60 | ±0.40 | -3.47 | 0.0** | 3.52 | ±0.28 | -1.46 | 0.20 |

*p<0.05 **p<0.01 v=valor de referência na análise do test-t de única amostra

TABELA 9. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibido no espaço peripessoal e ETCC no córtex pré-motor, do experimento 6.

| | | Experimento 6_CPM_ASD N= 12 | | | | Experimento 6_CPM_BSD N= 8 | | | |
|---------------------------|---------|--------------------------------|--------|-------|-------|-------------------------------|--------|-------|-------|
| | | Média | ±D.E. | T | P | Média | ± D.E. | T | p |
| Tempo de início da ilusão | | segundos | | | | | | | |
| | Anodo | 27.50 | ±7.01 | | | 30.88 | ±12.47 | | |
| | Catodo | 40.92 | ±12.61 | | | 38.75 | ±17.05 | | |
| | Placebo | 41.75 | ±15.05 | | | 43.13 | ±14.72 | | |
| Deslocamento Proprioc. | | centímetros (v=0) | | | | | | | |
| | Anodo | 3.21 | ±0.98 | 3.26 | 0.01* | 5.19 | ±1.37 | 3.77 | 0.01* |
| | Catodo | 3.37 | ±0.90 | 3.75 | 0.0** | 6.31 | ±1.24 | 5.31 | 0.0** |
| | Placebo | 3.87 | ±1.27 | 3.04 | 0.01* | 3.12 | ±1.05 | 2.86 | 0.02* |
| Propriedade Corporal | | likert 1-7 itens (v=4) | | | | | | | |
| | Anodo | 5.78 | ±0.39 | 4.56 | 0.0** | 6.30 | ±0.20 | 11.30 | 0.0** |
| | Catodo | 5.72 | ±0.37 | 4.59 | 0.0** | 6.47 | ±0.18 | 13.23 | 0.0** |
| | Placebo | 5.32 | ±0.36 | 3.69 | 0.0** | 5.80 | ±0.38 | 4.71 | 0.0** |
| Controle | | (v=4) | | | | | | | |
| | Anodo | 2.62 | ±0.36 | -3.80 | 0.0** | 2.37 | ±0.32 | -5.02 | 0.0** |
| | Catodo | 2.48 | ±0.37 | -4.15 | 0.0** | 3.00 | ±0.44 | -2.00 | 0.09 |
| | Placebo | 2.25 | ±0.37 | -4.74 | 0.0** | 2.19 | ±0.22 | -8.27 | 0.0** |

*p<0.05 **p<0.01 v=valor de referência na análise do test-t de única amostra

Ilusão da mão de borracha com estímulo da atenção visuoespacial exibido no espaço extrapessoal

A ANOVA foi usada na análise de interação dos fatores polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo) e IMB (tempo de início da ilusão, deslocamento proprioceptivo, propriedade corporal), nos momentos (linha de base, 5min_ETCC, 10min_ETCC). Essa análise foi conduzida pelo nível de desempenho da linha de base (baixa sensibilidade discriminativa e alta sensibilidade discriminativa) e nas áreas cerebrais (CPP direito e CPM direito) separadamente. No experimento 7, na análise do tempo de início da IMB e

polaridade-ETCC no CPP direito, a ANOVA revelou efeito não significativo do tempo de início da IMB entre as polaridades da ETCC tanto para o grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,22)}= 1.521$, $p= 0.241$, $\eta^2 = 0.121$) quanto para o de baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,14)}= 0.584$, $p= 0.571$, $\eta^2 = 0.077$). No experimento 8, na área cerebral CPM direito, não foi observado na análise efeito no tempo de início da IMB nas polaridades da ETCC nos grupos de alta ($F_{(2,28)}= 0.528$, $p= 0.595$, $\eta^2 = 0.036$) e baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,8)}= 0.163$, $p= 0.852$, $\eta^2 = 0.04$).

Na análise do deslocamento proprioceptivo e polaridade-ETCC (anodo, catodo e placebo), no experimento 7, no CPP direito, a ANOVA revelou efeito não significativo no grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,22)}= 0.567$, $p= 0.575$, $\eta^2 = 0.049$) e no grupo de baixa sensibilidade discriminativa ($F_{(2,14)}= 0.215$, $p= 0.809$, $\eta^2 = 0.030$). Para verificar o efeito da distância do deslocamento proprioceptivo em direção à mão de borracha foi realizado o test-t de única amostra com valor de referência igual a zero (considerando o ponto inicial – dedo indicador do participante). O test-t revelou diferença significativa do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha para as polaridades ETCC anódica tanto para o grupo alta sensibilidade discriminativa ($p= 0.01$) quanto para o grupo de baixa sensibilidade discriminativa ($p= 0.01$). O deslocamento proprioceptivo foi positivo, porém não significativo para a polaridade catódica e para placebo.

No experimento 8, na área cerebral do CPM direito, a análise da ANOVA demonstrou efeito significativo no deslocamento proprioceptivo entre as polaridades da ETCC no grupo de alta sensibilidade discriminativa ($F_{(2,28)}= 4.646$, $p= 0.02$, $\eta^2 = 0.249$). No post-hoc houve diferença significativa no catodo e anodo ($p= 0.012$) e catodo e placebo ($p= 0.014$). O deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha foi menor na polaridade catodo quando comparada ao anodo e placebo. No grupo baixa sensibilidade discriminativa não houve diferença significativa no deslocamento proprioceptivo ($F_{(2,8)}= 0.931$, $p= 0.433$, $\eta^2 = 0.189$) entre as polaridade-ETCC. Na análise do test-t de única amostra foi observada diferença significativa no deslocamento proprioceptivo (em comparação ao ponto inicial – dedo indicador esquerdo do participante) nas polaridades da ETCC anódica ($p< 0.001$; $p= 0.01$), catódica ($p= 0.02$; $p= 0.04$) e placebo ($p< 0.001$; $p= 0.04$), nos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. Esses dados demonstraram que os participantes

obtiveram um deslocaram proprioceptivo em direção à mão de borracha independentemente da polaridade da ETCC no CPM direito. Os dados estão descritos nas tabelas 7 e 8.

Para a interação polaridade-ETCC e Propriedade Corporal da mão de borracha (foi considerado o escore total: propriedade corporal a média das afirmativas de propriedade corporal e controle a média das afirmativas controle). No experimento 7, a ANOVA mostrou efeito não significativo das afirmativas de propriedade corporal ($F_{(2,22)}= 0.036$, $p= 0.965$, $\eta^2 = 0.003$; $F_{(2,10)}= 2.111$, $p= 0.158$, $\eta^2 = 0.232$) e de controle ($F_{(2,22)}= 0.490$, $p= 0.619$, $\eta^2 = 0.043$; $F_{(2,14)}= 0.535$, $p= 0.597$, $\eta^2 = 0.071$) entre as polaridades-ETCC no CPP direito para os grupos alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. No experimento 8, no CPM direito, a ANOVA revelou efeito não significativo das afirmativas tanto de propriedade corporal ($F_{(2,28)}= 2.354$, $p= 0.113$, $\eta^2 = 0.14$; $F_{(2,8)}= 1.889$, $p= 0.213$, $\eta^2 = 0.321$) quanto de controle ($F_{(2,28)}= 1.824$, $p= 0.18$, $\eta^2 = 0.115$; $F_{(2,8)}= 0.907$, $p= 0.441$, $\eta^2 = 0.185$) entre as polaridades-ETCC dos grupos alta e baixa sensibilidade discriminativa, respectivamente. A análise do test-t de única amostra foi conduzida, considerando valor de referência quatro (resposta de neutralidade da escala visual analógica “nem concordo e nem discordo”). O test-t revelou que as afirmativas de propriedade corporal têm o escore significativamente maior que o valor de neutralidade, ou seja, os participantes incorporaram a mão de borracha como sendo sua própria mão, para os grupos de baixa sensibilidade discriminativa do CPP (experimento 7) e alta sensibilidade discriminativa do CPM (experimento 8). Enquanto que os demais grupos os escores para propriedade corporal não apresentaram diferença significativa quando comparado com o valor de neutralidade.

Nas tabelas 10 e 11 estão demonstradas a análise descritiva e o test-t de única amostra das variáveis analisadas, tempo, deslocamento proprioceptivo e propriedade corporal.

TABELA 10. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibido no espaço extrapessoal e ETCC no córtex parietal posterior, no experimento 7.

| | Experimento 7_CPP_ASD | | | | Experimento 7_CPP_BSD | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------|----------|----------|-----------------------|---------------|----------|----------|
| | N=12 | | | | N=8 | | | |
| | Média | ±D.E. | T | P | Média | ± D.E. | T | p |
| Tempo de início da ilusão | | | | | | | | |
| Anodo | 44.83 | ±14.13 | | | 52.50 | ±15.27 | | |
| Catodo | 75.92 | ±18.26 | | | 46.62 | ±20.58 | | |
| Placebo | 66.08 | ±17.70 | | | 38.25 | ±9.91 | | |
| Deslocamento Proprioc. (v=0) | | | | | | | | |
| Anodo | 2.50 | ±0.78 | 3.20 | 0.01* | 3.38 | ±0.90 | 3.73 | 0.0** |
| Catodo | 1.6 | ±1.07 | 1.47 | 0.17 | 3.38 | ±1.30 | 2.58 | 0.04* |
| Placebo | 2.37 | ±1.31 | 1.81 | 0.10 | 4.13 | ±1.74 | 2.36 | 0.05* |
| Propriedade Corporal (v=4) | | | | | | | | |
| Anodo | 4.80 | ±0.42 | 1.91 | 0.08 | 6.08 | ±0.24 | 8.80 | 0.0** |
| Catodo | 4.70 | ±0.42 | 1.67 | 0.12 | 5.63 | ±0.32 | 5.02 | 0.0** |
| Placebo | 4.80 | ±0.61 | 1.30 | 0.22 | 6.00 | ±0.76 | 7.48 | 0.0** |
| Controle (v=4) | | | | | | | | |
| Anodo | 2.04 | ±0.27 | -7.31 | 0.0** | 2.40 | ±0.46 | -3.53 | 0.01 |
| Catodo | 1.75 | ±0.24 | -9.44 | 0.0** | 3.00 | ±0.71 | -1.41 | 0.20 |
| Placebo | 2.06 | ±0.43 | -4.46 | 0.0** | 2.63 | ±0.37 | -3.67 | 0.01 |

*p<0.05 **p<0.01 v=valor de referência na análise do test-t de única amostra

TABELA 11. Dados da Ilusão da mão de borracha, tarefa visuoespacial exibido no espaço extrapessoal e ETCC no córtex pré-motor, no experimento 8.

| | Experimento 8_CPM_ASD N= 15 | | | | Experimento 8_CPM_BSD N= 5 | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------|-------|-------|-------------------------------|--------|-------|-------|
| | Média | ±D.E. | T | P | Média | ± D.E. | T | p |
| Tempo de início da ilusão | segundos | | | | | | | |
| Anodo | 54.73 | ±11.82 | | | 69.60 | ±28.99 | | |
| Catodo | 57.67 | ±13.81 | | | 75.40 | ±26.30 | | |
| Placebo | 43.20 | ±9.37 | | | 62.00 | ±10.67 | | |
| Deslocamento Proprioc. | centímetros | | (v=0) | | | | | |
| Anodo | 4.73 | ±1.07 | 4.46 | 0.0** | 2.08 | ±0.54 | 4.45 | 0.01* |
| Catodo | 2.6* | ±1.00 | 2.51 | 0.02* | 1.30 | ±0.62 | 2.73 | 0.04* |
| Placebo | 4.7 | ±0.97 | 4.91 | 0.0** | 3.30 | ±1.52 | 2.73 | 0.04* |
| Propriedade Corporal | likert 1-7 itens | | (v=4) | | | | | |
| Anodo | 5.24 | ±0.47 | 2.65 | 0.0** | 4.60 | ±0.85 | 0.70 | 0.52 |
| Catodo | 5.79 | ±0.27 | 6.82 | 0.0** | 4.72 | ±0.95 | 0.76 | 0.49 |
| Placebo | 5.85 | ±0.22 | 7.41 | 0.0** | 5.72 | ±0.51 | 3.38 | 0.03* |
| Controle | (v=4) | | | | | | | |
| Anodo | 2.40 | ±0.35 | -4.58 | 0.0** | 3.05 | ±0.90 | -1.05 | 0.35 |
| Catodo | 2.75 | ±0.35 | -3.68 | 0.0** | 2.60 | ±0.91 | -1.53 | 0.20 |
| Placebo | 2.50 | ±0.34 | -4.04 | 0.0** | 2.85 | ±1.00 | -1.15 | 0.31 |

*p<0.05 **p<0.01 v=valor de referência na análise do test-t de única amostra

Estimulação transcraniana por corrente contínua: Efeitos colaterais e Avaliação da qualidade do estudo cego

Os efeitos colaterais da ETCC e a avaliação do cegamento do estudo foram avaliados após a estimulação. Os efeitos colaterais foram avaliados quanto as sensações dos sintomas (dor de cabeça, dor no pescoço, dor no couro cabeludo, queimação no couro cabeludo, prejuízo auditivo, prejuízo cognitivo, problemas de concentração, mudança de humor aguda, outros) relatados pelo participante após a ETCC, e a intensidade da sensação do sintoma (itens de 1-4). A qualidade do estudo cego foi avaliada pela atribuição do tipo do tratamento recebido (ativo ou placebo) pelo participante e a intensidade da certeza da resposta (itens de 1-5). Os valores dos efeitos colaterais referidos pelo participante e a atribuição do tipo de

tratamento recebido foram apresentados em percentuais, enquanto que os valores das respectivas intensidades foram apresentados em médias. Para análise do percentual de atribuição do tipo de tratamento recebido, ativo ou placebo, foi usado o teste do Qui Quadrado (χ^2), sendo considerada significância estatística quando $p \leq 0.05$ (TABELAS 12 e 13).

TABELA 12. Efeitos colaterais pós-ETCC no CPP e no CPM e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 5 e 6.

| | Experimento 5: CPP | | | Experimento 6: CPM | | |
|-----------------------------|--------------------|--------|---------|--------------------|--------|---------|
| | Anodo | Catodo | Placebo | Anodo | Catodo | Placebo |
| Dor_de_cabeça | 12% | - | 4% | 4% | - | 4% |
| Intensidade | 2.0 | - | 2.0 | 3.0 | - | 3.0 |
| Dor_no_couro_cabeludo | 8% | 4% | - | - | - | 4% |
| Intensidade | 2.5 | 2.0 | - | - | - | 2.0 |
| Queimação_no_couro_cabeludo | 32% | 16% | 12% | 20% | 12% | 8% |
| Intensidade | 2.1 | 2.3 | 2.0 | 2.4 | 2.0 | 2.5 |
| Problemas_de_concentração | 4% | 8% | 12% | 4% | 4% | 8% |
| Intensidade | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.5 |
| Outros:_coceira | - | 20% | 4% | 8% | 4% | - |
| Intensidade | - | 3.0 | 3.0 | 2.5 | 3.0 | - |
| Atribuição ATIVA | 71% | 88%* | 60% | 87%* | 67% | 60% |
| Intensidade | 3.9 | 3.8 | 3.7 | 4.1 | 3.5 | 3.4 |
| Atribuição PLACEBO | 29%* | 12%* | 40% | 13%* | 33% | 40% |
| Intensidade | 3.3 | 3.0 | 3.0 | 3.3 | 4.1 | 3.3 |

Fonte: Próprio autor. * $p < 0.05$ ** $p < 0.001$

TABELA 13. Efeitos colaterais pós-ETCC no CPP e no CPM e avaliação da qualidade do estudo cego dos experimentos 7 e 8.

| | Experimento 7: CPP | | | Experimento 8: CPM | | |
|-----------------------------|--------------------|--------|---------|--------------------|--------|---------|
| | Anodo | Catodo | Placebo | Anodo | Catodo | Placebo |
| Dor_de_cabeça | 4% | - | 4% | - | - | 4% |
| Intensidade | 2.0 | - | 3.0 | - | - | 2.0 |
| Queimação_no_couro_cabeludo | - | 16% | 4% | 4% | - | - |
| Intensidade | - | 2.0 | 3.0 | 2.0 | - | - |
| Problemas_de_concentração | 4% | 4% | - | - | - | - |
| Intensidade | 4.0 | 3.0 | - | - | - | - |
| Outros:_coceira | 8% | 8% | 4% | - | 4% | - |
| Intensidade | 3.0 | 2.5 | 2.0 | - | 2.0 | - |
| Atribuição ATIVA | 67% | 80%* | 52% | 89% | 71% | 55% |
| Intensidade | 3.6 | 3.8 | 3.6 | 3.6 | 3.9 | 3.5 |
| Atribuição PLACEBO | 33% | 20% | 48% | 11%** | 29%* | 44% |
| Intensidade | 3.2 | 3.4 | 3.2 | 4.0 | 3.7 | 3.7 |

Fonte: Próprio autor. * $p < 0.05$ ** $p < 0.001$

6 DISCUSSÃO

O objetivo desse experimento foi verificar se a percepção visuoespacial e o esquema corporal podem ser modulados pela estimulação transcraniana por corrente contínua e pela ilusão da mão de borracha e analisar esse efeito no espaço peripessoal e extrapessoal. Para isso, testamos se a tarefa atencional visuoespacial exibida no espaço peripessoal associada a ETCC modularia o esquema corporal e se o estímulo atencional visuoespacial exibida no espaço extrapessoal associada a ETCC modularia o esquema corporal. Para análise de modulação do esquema corporal por meio da ilusão da mão de borracha, estimulamos com a ETCC o córtex parietal posterior direito e o córtex pré-motor por serem áreas cruciais para a integração multissensorial.

Os principais resultados revelaram que a polaridade anódica da ETCC em CPP direito para estímulos atencionais visuoespaciais exibidos no espaço peripessoal no grupo de alta sensibilidade discriminativa promoveram uma mudança gradual do viés de percepção do ponto-médio da linha, que inicialmente estava à esquerda, para a direita, assim como um aumento do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha quando comparada com a polaridade catódica. Entretanto, para os estímulos atencionais visuoespaciais exibidos no espaço extrapessoal, não foram demonstradas mudanças significativas do viés de percepção do ponto-médio da linha em nenhuma das condições de ETCC e nas duas áreas cerebrais estimuladas (CPP e CPM), ademais houve uma diminuição do deslocamento proprioceptivo na polaridade catódica da ETCC no CPM direito no grupo de alta sensibilidade discriminativa quando comparada a polaridade anódica e condição placebo.

Desempenho na tarefa de percepção visuoespacial na condição placebo no espaço peripessoal e extraespacial

Para verificar o comportamento da pseudonegligência (percepção do ponto-médio da linha à esquerda) comumente encontrada na população (BOWERS; HEILMAN, 1890; MCCOURT; JEWELL, 1999; HOLMES et al., 2007; LONGO; LOURENCO, 2010; GIGLIA et al., 2011), nesse estudo foi utilizado como medida uma tarefa atencional visuoespacial. O desempenho da percepção visuoespacial foi analisado por meio do julgamento do ponto-médio da linha bisseccionada (correspondente a 50% das respostas esquerda/direita - PSE). Nos dados encontrados foi observado um perfil de pseudonegligência na linha de base dos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa dos experimentos 3 e 4, 5 e 6, 7 e 8, exceto

no experimento 4 no grupo de baixa sensibilidade discriminativa que recebeu ETCC no CPM. Esses resultados corroboram vários estudos prévios (MCCOUNT, 2001; GIGLIA et al., 2011; BENWELL et al, 2013; BENWELL et al, 2014-2015). Os indivíduos tendem a fazer (ou identificar) a bissecção das linhas horizontais para à esquerda do centro verídico como consequência da dominância do hemisfério direito, área responsável pela atenção visuoespacial (MILNER; BRECHMANN; PAGLIARINI, 1992; MCCOURT; JEWELL, 1999; BENWELL et al., 2013). Entretanto, apesar da pseudonegligência ser comumente encontrada nos testes de bissecção de linhas horizontais, diferenças individuais relativas a dominância hemisférica para a atenção espacial podem variar no comportamento da direção e da extensão do viés espacial (BENWELL et al., 2013).

Nossos resultados mostraram que o grupo de alta sensibilidade discriminativa que realizou a tarefa atencional visuoespacial no espaço peripessoal e recebeu ETCC no CPP (experimento 5), na condição placebo, apresentou uma mudança significativa do viés à esquerda (observada na linha de base) para a direita (observada no terceiro bloco) da percepção do ponto-médio da linha tanto no experimento 3 (condição sem a IMB) quanto no experimento 5 (condição com IMB). Esses resultados também foram descritos por Benwell e colaboradores (2013), segundo os quais os participantes com um viés inicialmente à esquerda em uma tarefa *Landmark* mostraram uma mudança significativa para a direita ao longo da sessão experimental.

Quando a tarefa atencional visuoespacial foi exibida no espaço extrapessoal, o viés à esquerda observado na linha de base não apresentou mudança significativa da percepção do ponto-médio da linha nas mesmas condições experimentais (condição placebo da ETCC no CPP para o grupo de alta e baixa sensibilidade discriminativa).

Esses resultados sugerem: (1) Forte interação crossmodal no espaço peripessoal (2) Diminuição da interação crossmodal no espaço extrapessoal.

Em linhas gerais, os estímulos sensoriais apresentados no espaço peripessoal são rapidamente captados pelos neurônios unimodal e bimodais e processados em áreas corticais e subcorticais (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004). Em particular, o CPP é a principal área de recepção de estímulos sensoriais no cérebro, ele possui várias representações espaciais mapeados com envolvimento direto na atenção, direcionamento do olhar e recalibração visuo-proprioceptiva da localização do corpo e do espaço (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004; ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010). Quanto mais próximos estão os estímulos sensoriais (exp. visuo-tátil; visuo-proprioceptivo) mais forte é a integração e processamento desses estímulos (MARAVITA; IRIKI, 2004; HOLMES; SPENCE, 2004;

KILTENI et al., 2015). O mesmo acontece quando os estímulos são apresentados próximo ao corpo, devido os neurônios bimodais com campos receptivos responsáveis pelo espaço ao redor do corpo, compondo assim a área da ação motora. Nesse estudo, apresentamos nos experimentos 3 e 5 a tarefa atencional visuoespacial próxima ao corpo do indivíduo: 35 centímetros de distância do participante para o monitor de exibição da tarefa. Nessa condição experimental é possível que a proximidade da tarefa ao corpo e o tipo da tarefa tenham tido um forte envolvimento atencional associado a dois sistemas sensoriais sincrônicos e congruentes espacialmente, a visão e a propriocepção e, em consequência, uma forte interação crossmodal desses estímulos. A interação crossmodal ocorre quando há a sincronicidade e a congruência temporal e espacial de dois ou mais estímulos e esses estímulos, por sua vez, são detectados mais rapidamente que um estímulo sensorial sozinho (ver revisão CALVERT; THESEN, 2004).

Nessa linha, no presente estudo, na tarefa atencional visuoespacial podemos sugerir que houve um aumento do estímulo das coordenadas visuo-proprioceptiva no CPP direito e promovido uma forte integração desses estímulos. Como consequência dessa forte integração dos estímulos visuo-proprioceptivo, pode ter promovido uma resposta de superaditividade. Superaditividade é o aumento da resposta multissensorial que excede a soma das respostas unissensorial (ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010). Ademais, se um evento de estímulo desencadeia uma resposta tão robusta em cada modalidade de um neurônio multissensorial, então não há necessidade de melhorá-lo e, por isso, sua resposta pode ser de “eficácia inversa” (ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010), o que justificaria a resposta inversa do viés à esquerda da percepção do ponto-médio da linha para a direita no terceiro bloco no grupo de alta sensibilidade discriminativa, na condição placebo do CPP.

No experimento 7, na tarefa atencional visuoespacial exibida no espaço extrapessoal (à 100 cm de distância do participante para o monitor de exibição da tarefa) apresentaram respostas sem mudança significativa do viés (à esquerda) de percepção do ponto-médio da linha no período dos três blocos. Dessa forma, podemos sugerir que a distância da tarefa para o espaço extrapessoal diminuiu a ativação das vias visuo-proprioceptiva no CPP direito, com diminuição do processamento da integração dos estímulos visual e proprioceptivo. Essa resposta cerebral pode ser em consequência da menor influência de neurônios bimodais com campos receptivos facilmente ativados em resposta a estímulos visual, tátil e proprioceptivo ligados ao corpo e ao espaço da ação motora (MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008; KILTENI et al., 2015). Esses resultados confirmam a nossa hipótese de que no espaço peripessoal há uma forte influência da captação dos sinais visuo-tátil-proprioceptivo e do

rápido processamento multissensorial e a diminuição da integração multissensorial quando esses estímulos são apresentados no espaço extrapessoal. Segundo Makin, Holmes, Ehrsson (2008), o efeito de congruência crossmodal é significativamente reduzido quando distratores visuais são apresentados mais distante da mão. E, por isso, a congruência crossmodal pode ser explicada pela integração multissensorial no espaço peripessoal, onde o estímulo visual torna-se mais relevante para a tarefa (mais eficaz para a tarefa) quando é apresentado dentro do espaço peripessoal (MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008; ZOPF; SAVAGE; WILLIAMS, 2010).

No espaço extrapessoal, o processamento da integração dos estímulos multissensorial diminui e, conseqüentemente, a interação crossmodal também (MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008). Estudos clássicos realizados em macacos corroboram os achados dos experimentos 5 e 7. No estudo de Rizzolatti e colaboradores (1998) distinguem-se os neurônios que respondem aos estímulos visuais quando estes foram apresentados perto do macaco (no espaço peripessoal), e neurônios que respondem aos mesmos estímulos quando estes foram apresentados longe do macaco (espaço extrapessoal). Demonstraram também que os neurônios que responderam aos estímulos visuais no espaço peripessoal tinham campos receptivos que estavam espacialmente relacionados, ou mesmo sobrepostos, aos campos receptivos táteis dos mesmos neurônios.

Na área cerebral do CPM direito (experimentos 6 e 8), o efeito na mudança do viés da percepção do ponto-médio da linha não foi significativo, na condição placebo de ambos os grupos de sensibilidade discriminativa. Apesar do CPM ser uma importante área cerebral de associação da integração multissensorial, a tarefa atencional visuoespacial exige uma demanda específica de atenção seletiva e visuoespacial, funções básicas do CPP direito (MACALUSO; FRITH; DRIVER, 2000).

Efeito da ETCC na percepção visuoespacial exibidos no espaço peripessoal e extrapessoal

Os resultados do presente estudo mostraram que o grupo de alta sensibilidade discriminativa (também observado no grupo de baixa sensibilidade discriminativa) que realizou a tarefa atencional visuoespacial no espaço peripessoal e recebeu ETCC no CPP direito, na polaridade anodo, apresentou uma mudança significativa do viés à esquerda (observada na linha de base) para a direita (observada no terceiro bloco) da percepção do ponto-médio da linha no experimento 5, semelhante aos resultados encontrados na condição placebo (do grupo de alta sensibilidade discriminativa). Porém, na polaridade catodo não

houve uma mudança do viés de percepção do ponto-médio da linha no período dos três blocos. Esses resultados sugerem que a polaridade anódica no CPP direito aumentou a excitabilidade neural e a resposta aos estímulos visual e proprioceptivo apresentados no espaço peripessoal. O aumento do processamento da integração multissensorial, como discutido anteriormente, pode promover uma resposta de superaditividade da via neural visuo-proprioceptiva e em consequência uma resposta de “eficácia inversa” do viés de percepção do ponto-médio da linha à esquerda para à direita (ver revisão ALAIS; NEWELL; MAMASSIAN, 2010). Na polaridade catodo a mudança do viés de percepção do ponto-médio da linha não foi significativo, como na polaridade anodo e placebo. A diminuição da excitabilidade neural induzida pela corrente catódica sugere uma diminuição do processamento dos estímulos visuo-proprioceptivo e por isso uma redução da interação crossmodal no espaço peripessoal, não havendo nesse caso a superaditividade da resposta neural.

No espaço extrapessoal, os resultados demonstraram que nas polaridades anodo e catodo, assim como na condição placebo, não apresentaram mudança significativamente do viés (à esquerda) de percepção do ponto-médio da linha para os grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa. Essas mesmas respostas foram encontradas nos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa, nas polaridades anodo, catodo e condição placebo na ETCC usada no CPM direito. Esses dados sugerem que a ETCC tanto no CPP direito quanto no CPM direito não modula a percepção visuoespacial quando a tarefa é exibida no espaço extrapessoal (à 100 cm de distância entre o participante e o monitor de exibição da tarefa). Esses resultados confirmam a nossa hipótese de que no espaço extrapessoal, ou seja, distante do corpo do indivíduo e do espaço motor, parece haver uma diminuição da interação e processamento dos estímulos visuais e proprioceptivos pelos neurônios bimodais no CPP direito.

O CPP do hemisfério direito desempenha um papel dominante na representação atencional e espacial (MACALUSO; FRITH; DRIVER, 2000). É uma região heteromodal de convergência sensorial que contem neurônios unimodal respondendo a estimulação em diferentes modalidades sensoriais e neurônios multimodal que integram os estímulos sensoriais de diferentes sistemas sensoriais. Essa propriedade cortical torna o CPP uma região ideal para integração multissensorial e transformações de coordenadas necessárias para o processamento sensorial. E em várias sub-regiões do CPP, essas operações são facilitadas, ou não, pelo uso da representação do espaço independente da entrada sensorial (MACALUSO; 2010; MACALUSO; MARAVITA, 2010; BOLOGNINI et al., 2010). Nesse seguimento, é

possível que a distância da tarefa atencional visuoespacial, para o espaço extrapessoal, tenha promovido uma diminuição da demanda atencional associada ao predomínio do estímulo visual para o julgamento das linhas bisseccionadas.

Os dois principais estudos com o uso da ETCC na tarefa visuoespacial apresentaram resultados distintos. O estudo realizado por Giglia e colaboradores (2011), utilizou a ETCC catódica unilateral no CPP direito ou bilateral (catodo no CPP direito e anodo no CPP esquerdo) para induzir o desempenho da tarefa visuoespacial. Os resultados mostraram inibição mediado pelo viés à direita no desempenho da tarefa quando a ETCC foi aplicada bilateralmente. Em 2015, Benwell e colaboradores realizaram um estudo para replicação do experimento realizado por Giglia e colaboradores (2011) usando a tarefa *Landmark*, porém os resultados encontrados foram insuficientes para comprovar a modulação da ETCC no viés do ponto-médio da linha bisseccionada. Porém, apesar dos objetivos desses dois estudos serem semelhantes, o tipo de tarefa visuoespacial exibida foi diferente, assim como as distâncias de exibição da tarefa (40 cm da tarefa por Giglia et al, 2011, e 70 cm da tarefa por Benwell et al., 2015). Os experimentos realizados no presente estudo usaram a tarefa *Landmark* e duas distâncias distintas dos estudos anteriores para exibição da tarefa (à 35 cm, quando exibida no espaço peripessoal e à 100 cm, quando exibida no espaço extrapessoal). Partindo do pressuposto que a interação crossmodal depende da representação espacial, distâncias diferentes na exibição da tarefa podem influenciar nas respostas comportamentais da tarefa.

Principais efeitos da ETCC, Ilusão da mão de borracha e Tarefa de atenção visuoespacial exibida no espaço peripessoal e no espaço extrapessoal

No geral, a IMB é promovida por um forte processamento da integração de estímulos visuo-tátil-proprioceptivo gerados por toques sincrônicos de pinceis e de congruência temporal e espacial em uma mão de borracha e na própria mão ocluída da visão. Essa integração multissensorial sobrepõe os estímulos sensoriais e ocorre a sensação de propriedade corporal da mão de borracha, além de promover um deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha por meio da recalibração das coordenadas visuo-proprioceptivo em CPP direito (BOTVINICK; COHEN, 1998; HOLMES; SPENCE, 2004; SPENCE et al., 2004; ZOPF; SAVAGE; WILLIAMS, 2010; KILTENI et al., 2015).

Deslocamento proprioceptivo

O presente estudo teve o objetivo de investigar o efeito da ETCC na interação da ilusão da mão de borracha e percepção visuoespacial no espaço peripessoal. Os resultados revelaram que a ETCC no CPP direito modula o deslocamento proprioceptivo na IMB. A polaridade anódica facilitou o deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha quando comparado a polaridade catódica e condição placebo no grupo de alta sensibilidade discriminativa.

Esses resultados podem demonstrar que além da modulação da polaridade anódica no CPP direito, é possível sugerir que a resposta do deslocamento proprioceptivo pode ter sido influenciada pela tarefa de atenção exibida no espaço peripessoal antes da vivência da IMB. Estudos têm demonstrado que o efeito crossmodal pode também ser impulsionado por estímulos exógenos à tarefa que estejam na mesma área de ação, como por exemplo, uma estimulação tátil em um local pode melhorar a discriminação visual de um outro local. Isso quer dizer que esse efeito crossmodal surge mesmo que esses sinais táteis não estejam interagindo intencionalmente com a localização dos alvos visuais (MACALUSO; FRITH; DRIVER, 2000), o que justificaria a influência da tarefa de atenção visuoespacial na mudança da localização proprioceptiva da mão do participante modulado pela ETCC no CPP direito. O aumento da excitação neural pela corrente anódica associada a uma tarefa que promove alta demanda da integração e processamento dos estímulos visuo-proprioceptivo no CPP direito pode, no momento da vivência ilusória, facilitar a recalibração do posicionamento do braço em direção a mão de borracha, tornando o deslocamento proprioceptivo maior em relação as demais condições de ETCC. Nesse seguimento, estudos prévios evidenciaram que a percepção do nosso corpo é uma flexível construção multissensorial e que é baseado no princípio de integração multissensorial (EHRSSON et al., 2007; TSAKIRIS, 2010; FUCHS et al., 2016). Então, a forma como percebemos e localizamos as partes do nosso corpo depende fortemente das informações sensoriais presentes ao redor do corpo e pode facilmente ser experimentalmente manipulado (HOLMES; SPENCE, 2004; TSAKIRIS, 2010; TSAKIRIS, 2014; FUCHS et al., 2016).

Nos experimentos 1 e 2 (investigação do efeito da ETCC na ilusão da mão de borracha sem o uso da tarefa visuoespacial), assim como no grupo de baixa sensibilidade discriminativa que usou ETCC no CPP direito (experimento 5) e nos grupos que usaram ETCC no CPM direito (experimento 6), os resultados demonstraram que o deslocamento proprioceptivo foi positivo para as polaridades da ETCC e condição placebo, porém não

foram observadas diferenças significativas entre as condições. Esses resultados corroboram a literatura, em que informações visuais da mão de borracha e informações proprioceptivas da mão do participante são transmitidas para áreas cerebrais multissensoriais onde a mão é calculada. Então, os estímulos visuais apresentados perto da mão devem ser suficientes para desencadear o mecanismo peri-mão, alterando assim a percepção de localização da própria mão do participante (EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAN, 2004; LLOYD; MORRISON; ROBERTS, 2006; FUCHS et al., 2016). Vários estudos corroboram esses achados, evidenciando que o estímulo sincrônico dos pinces e de congruência do tempo e espaço é capaz de promover o deslocamento proprioceptivo em direção à mão de borracha (BOTVINICK; COHEN, 1998; TSAKIRIS; HAGGARD, 2005; ROHDE; DI LUCA; ERNST, 2011; DAVIES; WHITE; 2012).

Tempo de início da sensação da IMB

Quanto a sensação ilusória, os resultados demonstraram que as respostas do tempo de início para sensação da IMB apresentados pelos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa do experimento 5 estão de acordo com o tempo médio para a percepção inicial da ilusão apresentado por estudos prévios (EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; LLOYD, 2007). Não houve, porém, uma diferença significativa entre as polaridades da ETCC no CPP direito quando a tarefa de atenção visuoespacial foi exibida no espaço peripessoal. Entretanto, no experimento 1, os achados revelaram uma diminuição do tempo de início para a percepção da ilusão na polaridade anódica, enquanto que a estimulação catódica aumentou o tempo em relação a estimulação anódica e o placebo. A diminuição do tempo de início da sensação da ilusão pela ETCC anódica sugeriu um aumento da velocidade do processamento da integração visuo-tátil pelo CPP para a formação da propriedade corporal, enquanto que, na estimulação catódica, houve uma diminuição da velocidade do processamento das informações visuais e táteis.

As diferenças dos resultados dos experimentos 1 e 5 para o tempo de início da sensação da IMB podem ser justificados pela demanda prévia de integração e processamento de estímulos sensoriais pelo CPP direito antes da vivência ilusória. O CPP é uma das principais áreas cerebrais responsável pelo processamento inicial da integração multissensorial cortical e por isso está envolvido na percepção imediata da (re) localização da mão na IMB (KAMMERS et al., 2009; LEE; CHAE, 2016). No modelo experimental 5, todavia, é possível que a ativação prévia das coordenadas visuo-proprioceptiva da tarefa de

atenção visuoespacial exibida no espaço peripessoal aumente a demanda neural e diminua a sensibilidade excitatória das vias de integração multissensorial, e por isso a corrente produzida pela ETCC não seja, nesse caso, capaz de facilitar na ETCC anódica ou reduzir na ETCC catódica a percepção inicial imediata da IMB, de vias já previamente excitadas pela tarefa.

Os grupos alta e baixa sensibilidade discriminativa que receberam ETCC no CPM direito apresentaram as mesmas respostas do tempo de início de sensação da ilusão que os grupos que receberam ETCC no CPP. Como o CPM é uma importante área de processamento da integração multissensorial e recebe grande parte das informações do CPP (MAKIN; HOLMES; EHRSSON, 2008) a nossa hipótese era de que o CPM e o CPP apresentassem respostas semelhantes no que se refere as sensações de propriedade corporal.

Propriedade corporal

Os achados revelados por esse estudo confirmam que a vivência visuo-tátil-proprioceptiva na IMB é uma experiência de integração multissensorial forte o suficiente para induzir a sensação de propriedade corporal nas condições de estímulos sincrônicos e de congruência temporal e espacial (ver revisão TSAKIRIS, 2010; BOTVINICK, 2014). A interação crossmodal pode ter sido robusta, independentemente da polaridade da ETCC usada no CPP direito ou CPM direito, e da tarefa de atenção visuoespacial realizada, e foi evidenciada a sensação de propriedade corporal da mão de borracha nos grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa dos dois modelos experimentais (experimentos 1 e 2; 5 e 6). Esses resultados podem ser compreendidos pelo princípio das ilusões perceptivas, segundo o qual dois estímulos sincrônicos e de congruência temporal e espacial são interpretados de forma sobreposta e por isso processados como um único estímulo, induzindo a “erros” de interpretação das sensações. Então, a sensação de propriedade corporal é induzida quando a experiência ilusória é realizada com uma mão de borracha com características semelhantes a mão humana (BOTVINICK; COHEN, 1998; TSAKIRIS; HAGGARD; 2005; GUTERSTAM; PETKOVA; EHRSSON, 2011; TSAKIRIS, 2010; PEREZ-MARCOS; SANCHEZ-VIVES; SLATER, 2012; BOTVINICK, 2014).

Esses resultados em conjunto mostraram que a integração multissensorial que compõe as representações corporais e espaciais pode ser modulada pela ETCC anódica no CPP direito e é possível identificar a interferência de uma tarefa atencional visuoespacial exibida no espaço habitual da ação motora no processamento da integração multissensorial na IMB.

Efeito da ETCC na percepção visuoespacial exibidos no espaço extrapessoal

Os resultados dos experimentos 7 e 8 revelaram deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha positivo apenas para a polaridade anódica da ETCC no CPP direito no grupo de alta sensibilidade discriminativa, porém para as demais condições, catódica e placebo, foi observada diminuição do deslocamento proprioceptivo quando comparado ao ponto inicial (dedo indicador do participante). Além disso, foi observado a diminuição da sensação de propriedade corporal para esse todas as condições de ETCC no CPP direito desse grupo. Para o grupo de baixa sensibilidade discriminativa e ETCC usada no CPP direito, os achados revelaram deslocamento proprioceptivo positivo em direção a mão de borracha e a sensação de propriedade corporal.

Para os grupos que usaram a ETCC no CPM direito, o deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha foi positivo. Porém, os resultados mostraram que a polaridade catódica da ETCC no CPM direito do grupo de alta discriminação diminuiu significativamente o deslocamento proprioceptivo em comparação a polaridade anódica e condição placebo. Esses achados podem ser justificados pela inibição neural promovida pela corrente catódica das coordenadas visuo-tátil e visuo-proprioceptiva e obtendo como resposta a diminuição do deslocamento proprioceptivo. O CPM é uma área cerebral que recebe muitas informações multissensoriais previamente processadas pelo CPP (LEE; CHAE, 2016). Evidências apontam que células do CPM respondem tanto quando uma área do corpo é tocada quando objetos são visto próximo ao corpo, e por isso essas células codificam estímulos visuais de referência centradas no corpo (RIZZOLATTI; LUPPINO; MATELLI, 1998; EHRSSON; SPENCE; PASSINGHAM, 2004; EHRSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005; BROZZOLI; GENTILE; EHRSSON, 2012). E então atividade do pré-motor pode refletir em um desvio de campos receptivos visuais centrados no corpo (GRAZIANO; HU; GROSS, 1997; ERHSSON; HOLMES; PASSINGHAM, 2005). Dessa forma, é possível fazer a conexão dos resultados apresentados com a tarefa atencional visuoespacial exibida, nesse caso, no espaço extrapessoal. A possível diminuição da interação crossmodal promovida pela tarefa apresentada em um espaço distante do corpo do participante pode auxiliar na inibição das coordenadas visuo-proprioceptivas e na interferência da recalibração do posicionamento da mão do participante.

Por fim, esses resultados revelaram que a (1) ETCC em CPP direito modulou o tempo de início da sensação da IMB, mostrando o papel crucial do CPP direito na velocidade do

processamento da integração multissensorial inicial e de percepção imediata para a formação da propriedade corporal; (2) a tarefa de atenção visuoespacial exibida próxima ao corpo do indivíduo (à distância de 35 cm), no espaço peripessoal, induziu robusta interação crossmodal das vias visuo-proprioceptiva promovendo superaditividade neural e efeito de eficácia inversa na resposta a percepção do ponto-médio da linha (viés inicialmente à esquerda com mudança para à direita); (3) a ETCC no CPP direito modulou o efeito da interação crossmodal com a corrente anódica superestimulando as coordenadas visuo-proprioceptiva e com a corrente catódica diminuindo o efeito da interação crossmodal na percepção do ponto-médio da linha na tarefa de atenção visuoespacial no espaço peripessoal; (4) a ETCC de polaridade anódica no CPP direito associada a tarefa de atenção visuoespacial no espaço peripessoal modularam a localização proprioceptiva da mão induzindo aumento do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha, mostrando o papel crucial do CPP direito na interação visuo-tátil-proprioceptiva para formação da representação corporal e espacial; (5) a ETCC de polaridade catódica no CPM direito associado a tarefa de atenção visuoespacial no espaço extrapessoal modulou o posicionamento proprioceptivo da mão com diminuição do deslocamento proprioceptivo em direção a mão de borracha, demonstrando a importância do papel do CPM direito na codificação e recalibração de estímulos visuais centrados na mão.

6.1 LIMITAÇÕES

As limitações desse estudo foi a variabilidade da resposta comportamental dos participantes, tanto na tarefa de atenção visuoespacial como na ilusão da mão de borracha. Em consequência, foi necessário a divisão da amostra em grupos de alta e baixa sensibilidade discriminativa (determinada pelo nível de incerteza discriminativa para o julgamento do ponto-médio da linha), resultando em um número amostral menor para cada grupo. A exclusão de participantes que apresentaram respostas insatisfatórias do julgamento do ponto-médio da linha, por motivos desconhecidos, como o não interesse na realização da tarefa, a não compreensão das instruções da tarefa, baixo nível atencional no momento da realização da tarefa, também contribuíram para o menor número amostral em cada grupo experimental.

6.2 ESTUDOS FUTUROS

Futuramente, sugerimos a realização de estudos que investiguem o efeito modulatório da plasticidade da integração multissensorial por meio da ETCC, da ilusão da mão de borracha e do teste de atenção visuoespacial na distância limite do espaço peripessoal (à 60 cm de distância do participante para o monitor de exibição da tarefa) para verificar se a distância influencia na modulação da interação crossmodal com diminuição do efeito de superaditividade neural, e então promover uma resposta da integração multissensorial com menor sobreposição no processamento dos estímulos visuo-tátil-propioceptivo. Sugerimos também novos estudos para verificar o efeito da ETCC na autoatribuição corporal vivenciada pela IMB por meio da montagem dos eletrodos ativos bilateralmente da ETCC no CPM.

7 CONCLUSÃO

Os oito experimentos em conjunto buscaram modular a plasticidade multissensorial das representações espaciais e corporais na percepção sensório-motora da propriedade corpórea, assim como estabelecer as diferenças dos espaços peripessoal e extrapessoal. Os resultados desse estudo demonstraram que a estimulação transcraniana por corrente contínua é uma técnica capaz de modular a plasticidade da integração multissensorial tanto na representação corporal quanto na representação espacial. A modulação com a estimulação transcraniana por corrente mostrou o papel crucial do córtex parietal posterior direito na velocidade do processamento da integração visuo-tátil-proprioceptiva na percepção imediata da propriedade corporal, além do seu papel em conjunto com o córtex pré-motor na recalibração proprioceptiva do posicionamento da mão pela estimulação da coordenada visuo-proprioceptiva. Por fim, os resultados demonstraram robusta interação crossmodal no espaço peripessoal e diminuição dessa interação no espaço extrapessoal. Esse estudo aplicado em distúrbios pode ampliar as possibilidades da aquisição de capacidades e habilidades funcionais por meio da plasticidade da interação multissensorial no esquema corporal e na potencialidade dos seus efeitos no espaço da habilidade motora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAIS, D. NEWELL, F. N.; MAMASSIAN, P. Multisensory processing in review: from physiology to behaviour. *Seeing and perceiving*, v. 23, n. 1, p. 3-38, 2010.
- ASSAIANTE, C.; BARLAAM, F.; CIGNETTI, F. et al. Body schema building during childhood and adolescence: A neurosensory approach. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, v. 44, n. 1, p. 3-12, 2014.
- ARMEL, K.C.; RAMACHANDRAN, V.S. Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 270, n. 1523, p. 1499-1506, 2003.
- AVENANTI, A.; ANNELA, L.; SERINO, A. Suppression of premotor cortex disrupts motor coding of peripersonal space. *NeuroImage*, v.63, p.281-288, 2012.
- BENWELL, C.S.Y.; HARVEY, M.; GARDNER, S. et al. Stimulus-and state-dependence of systematic bias in spatial attention: additive effects of stimulus-size and time-on-task. *Cortex*, v. 49, n. 3, p. 827-836, 2013.
- BENWELL, C.S.Y., et al. A rightward shift in the visuospatial attention vector with healthy aging. *Frontiers in aging neuroscience*, v.6, n.113, p.1-11, 2014.
- BENWELL, C.S.Y.; LEARMONTH, G.; MINIUSI, C. et al. Non-linear effects of transcranial direct current stimulation as a function of individual baseline performance: Evidence from biparietal ETCC influence on lateralized attention bias. *Cortex*, v.69, p.152-165, 2015.
- BIKSON, M.; DATTA, A.; ELWASSIF, M. Establishing safety limits for transcranial direct current stimulation. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, v. 120, n. 6, p. 1033, 2009.
- BJOERTOMT, O.; COWEY, A.; WALSH, V. Spatial neglect in near and far space investigated by repetitive transcranial magnetic stimulation. *Brain*, v. 125, n. 9, p. 2012-2022, 2002.
- BLAKEMORE, S-J; BRISTOW, D.; BIRD, G.; FRITH, C.; WARD, J. Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, v.128, n.7, p.1571-1583, 2005.
- BLANKE, O.; SLATER, M.; SERINO, A.. Behavioral, neural, and computational principles of bodily self-consciousness. *Neuron*, 2015, 88.1: 145-166.
- BOGGIO, P. S. **Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor**. 2006. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia).Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BOGGIO, P.S.; NUNES, A.; RIGONATTI, S.P.; NITSCHKE, M.A.; PASCUAL-LEONE, A; FREGNI, F. Repeated sessions of noninvasive brain DC stimulation is associated with motor function improvement in stroke patients. *Restorative Neurology and Neuroscience*, v.25, p.123-129, 2007.
- BOGGIO, P.S.; RIGONATTI, S.P.; RIBEIRO, R.B.; MYCZKOWSKI, M.L.; NITSCHKE, M.A.; PASCUAL-LEONE, A; FREGNI, F. A randomized, double-blind clinical trial on the

efficacy of cortical direct current stimulation for the treatment of major depression. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, v.11, p.249-254, 2008.

BOLOGNINI, N. et al. Enhancing multisensory spatial orienting by brain polarization of the parietal cortex. *European Journal of Neuroscience*, v. 31, n. 10, p. 1800-1806, 2010.

BOLOGNINI, N.; FREGNI, F.; CASATI, C. et al. Brain polarization of parietal cortex augments training-induced improvement of visual exploratory and attentional skills. *Brain research*, v. 1349, p. 76-89, 2010.

BOROS, K. et al. Premotor transcranial direct current stimulation (tDCS) affects primary motor excitability in humans. *European Journal of Neuroscience*, v. 27, n. 5, p. 1292-1300, 2008.

BOTVINICK, M.; COHEN, J. Rubber hands “fell” touch that eyes see. *Nature*, v.391, p.756, 1998.

BOTVINICK, Matthew. Probing the neural basis of body ownership. *Science*, v. 305, n. 5685, p. 782-783, 2004.

BOWERS, D.; HEILMAN, K.M. Pseudoneglect: effects of hemispace on a tactile line bisection task. *Neuropsychologia*, v. 18, n. 4, p. 491-498, 1980.

BRAUN, J. G.; KIRK, A.. Line bisection performance of normal adults Two subgroups with opposite biases. *Neurology*, v. 53, n. 3, p. 527-527, 1999.

BROZZOLI, C.; CARDINALI, L.; PAVANI, F. et al. Action-specific remapping of peripersonal space. *Neuropsychologia*, v.48, p.796-802, 2010.

BROZZOLI, C.; GENTILE, G.; EHRSSON, H.H. That`s near my hand! Parietal and premotor coding of hand-centered space contributes to localization and self-attribution of the hand. *The Journal of Neuroscience*, v.32, n.42, p.14573-14582, 2012.

BRUNO, N.; BERTAMINI, M. Haptic perception after a change in hand size. *Neuropsychologia*, v. 48, n. 6, p. 1853-1856, 2010.

BUFALARI, I.; LENGGENHAGER, B.; PORCIELLO, G. et al. Enfacing others but only if they are nice to you. *Frontiers in behavioral neuroscience*, v. 8, 2014.

CAÇOLA, P.; GABBARD, C. Modulating peripersonal and extrapersonal reach space via tool use: a comparison between 6-to 12-year-olds and young adults. *Experimental brain research*, v. 218, n. 2, p. 321-330, 2012.

CALVERT, G.A.; THESEN, T. Multisensory integration: methodological approaches and emerging principles in the human brain. *Journal of Physiology-Paris*, v. 98, n. 1, p. 191-205, 2004.

CARDINALI, L.; BROZZOLI, C.; FARNÈ, A. Peripersonal space and body schema: Two labels for the same concept?. *Brain Topogr*, v.21, n.3-4, p.252-260, 2009.

CENTELLES, L. ASSAIANTE, C.; NAZARIONA, B. et al. Recruitment of both the mirror and the mentalizing networks when observing social interactions depicted by point-lights: a neuroimaging study. *PloS one*, v. 6, n. 1, p. e15749, 2011.

CLARK, V.P.; PARASURAMAN, R. Neuroenhancement: enhancing brain and mind in health and in disease. *Neuroimage*, v. 85, p. 889-894, 2014.

COLLINS, K.L. et al. Ownership of an artificial limb induced by electrical brain stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, p. 201616305, 2016.

- CONTI, M.A.; CORDÁS, T.A.; LATORRE, M.R.D. A study of the validity and reliability of the Brazilian version of the Body Shape Questionnaire (BSQ) among adolescents. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 9, n. 3, p. 331-338, 2009.
- COSTANTINI, M.; HAGGARD, P. The rubber hand illusion: Sensitivity and reference frame for body ownership. *Consciousness and cognition*, v. 16, n. 2, p. 229-240, 2007.
- DAVIES, A.M.A.; WHITE, R.C. A sensational illusion: Vision-touch synaesthesia and the rubber hand paradigm. *Cortex*, v.49, n.3, p.806-818, 2013.
- DAVIES, A.M.A.; WHITE, R.C.; DAVIES, M. Spatial limits on the nonvisual self-touch illusion and the visual rubber hand illusion: Subjective experience of the illusion and proprioceptive drift. *Consciousness and cognition*, v. 22, n. 2, p. 613-636, 2013.
- DAVIS, M.H. Measuring individual differences in empathy: evidence for a multidimensional approach. *Journal of personality and social psychology*, v. 44, n. 1, p. 113, 1983.
- DEMPSEY-JONES, Harriet; KRITIKOS, Ada. Higher-order cognitive factors affect subjective but not proprioceptive aspects of self-representation in the rubber hand illusion. *Consciousness and cognition*, v. 26, p. 74-89, 2014.
- DUFOUR A, TOUZALIN P, CANDAS V. Time-on-task effect in pseudoneglect. *Experimental Brain Research*, 176(3): 532e537, 2007.
- DUNDAS, J. E.; THICKBROOM, G. W.; MASTAGLIA, F. L. Perception of comfort during transcranial DC stimulation: effect of NaCl solution concentration applied to sponge electrodes. *Clinical Neurophysiology*, v. 118, n. 5, p. 1166-1170, 2007.
- EHRSSON, H.H.; HOLMES, N.P.; PASSINGHAM, R.E. Touching a rubber hand: Feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. *Journal of Neuroscience*, v.25, p.10564-10573, 2005.
- EHRSSON, H.H.; SPENCE, C.; PASSINGHAM, R.E. That`s my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, v.305, p.875-877, 2004.
- EHRSSON, H.; WIECH, K.; DOLAN, R.; PASSINGHAM, R. Threatening a rubber hand that you feel is yours elicits a cortical anxiety response. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v.104, n.23, p.9828, 2007.
- ELK, M.V.; BLANKE, O. Manipulable objects facilitate cross-modal integration in peripersonal space. *PLoS One*, v.8, n.9, p.1-7, 2011.
- EVANS, N.; BLANKE, O. Shared electrophysiology mechanisms of body ownership and motor imagery. *NeuroImage*, v.64, p.216-228, 2013.
- FARNÈ, A.; IRIKI, A.; LÀDAVAS, E. Shaping multisensory action–space with tools: evidence from patients with cross-modal extinction. *Neuropsychologia*, v. 43, n. 2, p. 238-248, 2005.
- FARNÈ, A.; SERINO, A.; LÀDAVAS, E.. Dynamic size-change of peri-hand space following tool-use: determinants and spatial characteristics revealed through cross-modal extinction. *Cortex*, v. 43, n. 3, p. 436-443, 2007.
- FARMER, H.; TAJADURA-JIMENEZ, A.; TSAKIRIS, M. Beyond the colour of my skin: How skin colour affects the sense of body-ownership. *Consciousness and Cognition*, v.21, p.1242-1256, 2012.
- FIERRO, B.; BRIGHINA, F.; OLIVERI, M. et al. Contralateral neglect induced by right posterior parietal rEMT in healthy subjects. *Neuroreport*, v. 11, n. 7, p. 1519-1521, 2000.

- FIERRO, B.; BRIGHINA, F.; BISIACH, E. Improving neglect by EMT. *Behavioural neurology*, v. 17, n. 3-4, p. 169-176, 2006.
- FLÖEL, A. tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *Neuroimage*, v. 85, p. 934-947, 2014.
- FOGASSI, L.; GALLESE, V.; FADIGA, L. et al. Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (Area F4). *Journal of Neurophysiology*, v.76, n.1, p. 141-157, 1996.
- FRASSINETTI, F.; PAVANI, F.; LADAVAS, E. Acoustical vision of neglected stimuli: interaction among spatially converging audiovisual inputs in neglect patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, 14.1: 62-69.
- FUCHS, X., et al. Perceptual drifts of real and artificial limbs in the rubber hand illusion. *Scientific reports*, v.6, 2016.
- GALLAGHER, S. Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in cognitive sciences*, v. 4, n. 1, p. 14-21, 2000.
- GIGLIA, G.; MATTALIANO, P.; PUMA, A. et al. Neglect-like effects induced by ETCC modulation of posterior parietal cortices in healthy subjects. *Brain stimulation*, v. 4, n. 4, p. 294-299, 2011.
- GILLIHAN, S.J.; FARAH, M.J. Is self special? A critical review of evidence from experimental psychology and cognitive neuroscience. *Psychological bulletin*, v.131, n.1, p.76-97, 2005.
- GRAZIANO, M.S.A. Where is my arm? The relative role of vision and proprioception in the neuronal representation of limb position. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 96, n. 18, p. 10418-10421, 1999.
- GRAZIANO, M.S.A.; HU, X.T.; GROSS, C.G. Coding the locations of objects in the dark. *Science*, v. 277, n. 5323, p. 239-241, 1997.
- GRAZIANO, M.S.A.; COOKE, D.F. Parieto-frontal interactions, personal space, and defensive behavior. *Neuropsychologia*, v.44, p.845-859, 2006.
- GRIVAZ, P.; BLANKE, O.; SERINO, A. Common and distinct brain regions processing multisensory bodily signals for peripersonal space and body ownership. *NeuroImage*, v. 147, p. 602-618, 2017.
- GUTERSTAM, A; PETKOVA, V.I.; EHRSSON, H.H. The illusion of owning a third arm. *PLoSone*, v.6, n.2, p.1-11, 2011.
- HAANS, A.; IJSSELSTEIJN, W.A.; DE KORT, Y.A.W. The effect of similarities in skin texture and hand shape on perceived ownership of a fake limb. *Body Image*, v. 5, n. 4, p. 389-394, 2008.
- HAGGARD, P.; TAYLOR-CLARKE, M.; KENNETT, S. Tactile perception, cortical representation and the bodily self. *Current Biology*, v.13, n.5, p.R170-R173, 2003.
- HALLINGAN, P.W.; MARSHALL, J.C. Left neglect for near but not far space in man. *Nature*, v.350, 498-500, 1991.
- HASWELL, C.C.; IZAWA, J.; DOWELL, L.R. et al. Representation of internal models of action in the autistic brain. *Nature neuroscience*, v. 12, n. 8, p. 970-972, 2009.

- HEED, T.; GRÜNDLER, M.; RINKLEIB J. et al. Visual information and rubber hand embodiment differentially affect reach-to-grasp actions. *Acta psychologica*, v. 138, n. 1, p. 263-271, 2011.
- HOLMES, N.P., CALVERT GA, SPENCE C. Extending or projecting peripersonal space with tools? Multisensory interactions highlight only the distal and proximal ends of tools. *Neurosci Lett*, v.372, p.62–67, 2004.
- HOLMES, N.P.; SPENCE, C. The body schema and the multisensory representation(s) of peripersonal space. *Cogn Process*, v.5, n.2, p.94-105, 2004.
- HOLMES, N.P.; SNIJDERS, H.J.; SPENCE, C. Reaching with alien limbs: Visual exposure to prosthetic hands in a mirror biases proprioception without accompanying illusions of ownership. *Perception & Psychophysics*, v.68, n.4, p. 685-701, 2006.
- HOLMES, N.P.; SANABRIA, D.; CALVERT, G.A.; SPENCE, C. Tool-Use: Capturing multisensory spatial attention or extending multisensory peripersonal space?. *Cortex*, v.43, p.469-489, 2007.
- HOLMES, N.P. Does tool use extend peripersonal space? A review and re-analysis. *Exp Brain Rev*, v.218, p.273-282, 2012.
- IRIKI, A; TANAKA, M.; IWAMURA, Y. Coding fo modified body schema during tool use by macaque postcentral neurons. *NeuroReport*, v.7, n.14, p.2325-2330, 1996.
- LEE, I-S.; CHAE, Y. Neural Network Underlying Recovery from Disowned Bodily States Induced by the Rubber Hand Illusion. *Neural Plasticity*, v. 2016, 2016.
- LIRA, M. et al. Ilusão da mão de borracha induzida por estímulos controlados por equipamento eletrônico. *Revista Psicologia-Teoria e Prática*, v. 18, n. 1, 2016.
- LLOYD, D.; MORRISON, I.; ROBERTS, N. Role for human posterior parietal cortex in visual processing of aversive objects in peripersonal space. *Journal of Neurophysiology*, v. 95, n. 1, p. 205-214, 2006.
- 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*, v.64, p.104-109, 2007.
- LLOYD, D.M. et al. Pleasant touch moderates the subjective but not objective aspects of body perception. *Frontiers in behavioral neuroscience*, v. 7, p. 207, 2013.
- LONGO, M.R.; LOURENCO, F.S. On the nature of near space: Effects of tool use and the transition to far space. *Neuropsychologia*, v.44, p.977-981, 2006.
- LONGO, M.R.; SCHÜÜR, F.; KAMMERS, M.P.M. et al. What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, v. 107, n. 3, p. 978-998, 2008.
- LONGO, M.R.; LOURENCO, S.F. Bisecting the mental number line in near and far space. *Brain and Cognition*, v. 72, n. 3, p. 362-367, 2010.
- LONGO, M.R.; KAMMERS, M.P.M.; GOMI, H. et al. Contraction of body representation induced by proprioceptive conflict. *Current Biology*, v. 19, n. 17, p. R727-R728, 2009.
- LONGO, M.R.; MANCINI, F.; HAGGARD, P. Implicit body representations and tactile spatial remapping. *Acta psychologica*, v. 160, p. 77-87, 2015.
- KALCKERT, A.; EHRSSON, H.H. The spatial distance rule in the moving and classical rubber hand illusions. *Consciousness and cognition*, v. 30, p. 118-132, 2014.

- KAMMERS, M.P.M. 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*, v. 21, n. 7, p. 1311-1320, 2009.
- KESSLER, S.K.; TURKELTAUB, P.E.; BENSON, J.G. et al. Differences in the experience of active and sham transcranial direct current stimulation. *Brain stimulation*, v. 5, n. 2, p. 155-162, 2012.
- KILTENI, K. et al. Over my fake body: body ownership illusions for studying the multisensory basis of own-body perception. *Frontiers in human neuroscience*, v. 9, p. 141, 2015.
- KO, M.; HAN, S.H.; PARK, S.H. et al. Improvement of visual scanning after DC brain polarization of parietal cortex in stroke patients with spatial neglect. *Neuroscience letters*, v. 448, n. 2, p. 171-174, 2008.
- MACALUSO, E.; FRITH, C.D.; DRIVER, J. Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention. *Science*, v. 289, n. 5482, p. 1206-1208, 2000.
- MACALUSO, E. Orienting of spatial attention and the interplay between the senses. *Cortex*, v. 46, n. 3, p. 282-297, 2010.
- MACALUSO, E.; MARAVITA, A. The representation of space near the body through touch and vision. *Neuropsychologia*, v. 48, n. 3, p. 782-795, 2010.
- MAISTER, L.; SEBANZ, N.; KNOBLICH, G. et al. Experiencing ownership over a dark-skinned body reduces implicit racial bias. *Cognition*, v. 128, n. 2, p. 170-178, 2013.
- MAKIN, T.R.; HOLMES, N.P.; EHRSSON, H.H. On the other hand: Dummy hands and peripersonal space. *Behavioural Brain Research*, v.191, p.1-10, 2008.
- MANCINI, F.; LONGO, M.R.; LANNETTI, G.D. et al. A supramodal representation of the body surface. *Neuropsychologia*, v. 49, n. 5, p. 1194-1201, 2011.
- MARAVITA, A.; SPENCE, C.; DRIVER, J. Multisensory integration and the body schema: Close to hand and within reach. *Current Biology*, v.13, R531-539, 2003.
- MARAVITA, A., IRIKI, A. Tools for the body (schema). *TRENDS in Cognitive Sciences*, v.8, n.2, p. 79-86, 2004.
- MARGOLIS, A.N.; LONGO, M.R. Visual detail about the body modulates tactile localisation biases. *Experimental brain research*, v. 233, n. 2, p. 351-358, 2015.
- MASELLI, A.; SLATER, M. Sliding perspectives: dissociating ownership from self-location during full body illusions in virtual reality. *Frontiers in human neuroscience*, v. 8, 2014.
- McCOURT, M.E.; JEWELL, G. Visuospatial attention in line bisection: stimulusmodulation of pseudoneglect. *Neuropsychologia*, v. 37, n. 7, p. 843-855, 1999.
- McCOURT, M.E. Performance consistency of normal observers in forced-choice tachistoscopic visual line bisection. *Neuropsychologia*, v. 39, n. 10, p. 1065-1076, 2001.
- MEDINA, J.; COSLETT, H.B. From maps to form to space: Touch and the body schema. *Neuropsychologia*, v.48, p.645-654, 2010.
- MEIRELES, J.F.F., et al. Psychometric evaluation of the Body Change Questionnaire for adolescents. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 11, p. 2291-2301, 2015.

- MILNER, A. D.; BRECHMANN, M.; PAGLIARINI, L. To halve and to halve not: an analysis of line bisection judgements in normal subjects. *Neuropsychologia*, v. 30, n. 6, p. 515-526, 1992.
- MURPHY, D.N.; BOGGIO, P.; FREGNI, F. Transcranial direct current stimulation as a therapeutic tool for the treatment of major depression: insights from past and recent clinical studies. *Current opinion in psychiatry*, v. 22, n. 3, p. 306-311, 2009.
- MUSSAP, A.J.; SALTON, N. A. 'rubber-hand' illusion reveals a relationship between perceptual body image and unhealthy body change. *Journal of Health Psychology*, v. 11, n. 4, p. 627-639, 2006.
- NITSCHKE, M.A.; LIEBETANZ, D.; LANG, N. et al. Safety criteria for transcranial direct current stimulation (tDCS) in humans. *Clinical Neurophysiology*, v. 114, n. 11, p. 2220-2222, 2003.
- NITSCHKE, M.A.; COHEN, L.G.; WASSERMAN, E.M. et al. Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation*, v.1, p. 206-223, 2008.
- NOETSCHER, G.M.; YANAMADALA, J.; MAKAROV, S.N. et al. Comparison of Cephalic and Extracranial Montages for Transcranial Direct Current Stimulation—A Numerical Study. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, v. 61, n. 9, p. 2488-2498, 2014.
- OLDFIELD, R.C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, v.9, p.97-113, 1971.
- OLIVÉ, I.; BERTHOZ, A. Combined induction of rubber-hand illusion and out-of-body experiences. *Frontiers in psychology*, v. 3, 2012.
- OLIVÉ, I, et al. Increased functional connectivity between superior colliculus and brain regions implicated in bodily self-consciousness during the rubber hand illusion. *Human brain mapping*, v. 36, n .2, p. 717-730, 2015.
- PAVANI, F.; ZAMPINI, M. The role of hand size in the fake-hand illusion paradigm. *Perception*, n. 36, p. 1547-54, 2007.
- PAVLOVA, E. et al. Transcranial direct current stimulation of the premotor cortex: Effects on hand dexterity. *Brain research*, v. 1576, p. 52-62, 2014.
- PECK, T.C.; SEINFELD, S.; AGLIOTI, S.M. et al. Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias. *Consciousness and cognition*, v. 22, n. 3, p. 779-787, 2013.
- PEREZ-MARCOS, D.; SANCHEZ-VIVES, M.V.; SLATER, M. Is my hand connected to my body? The impact of body continuity and arm alignment on the virtual hand illusion. *Cognitive neurodynamics*, v. 6, n. 4, p. 295-305, 2012.
- PETKOVA, V.I.; BJÖRNSDOTTER, M; GENTILE, G. et al. From part-to whole-body ownership in the multisensory brain. *Current Biology*, v. 21, n. 13, p. 1118-1122, 2011.
- POREISZ, C.; BOROS, K.; ANTAL, A. et al. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain research bulletin*, v. 72, n. 4, p. 208-214, 2007.
- PRESTON, C. The role of distance from the body and distance from the real hand in ownership and disownership during the rubber hand illusion. *Acta Psychologica*, v.142, p.177-183, 2013.

- PURPURA, D.P.; MCMURTRY, J.G. Intracellular activities and evoked potential changes during polarization of motor cortex. *Journal of Neurophysiology*, v. 28, n. 1, p. 166-185, 1965.
- RIEMER, M.; KLEINBOHL, D.; HOLZL, R.; TROJAN, J. Action and perception in the rubber hand illusion. *Exp Brain Res*, p.1-11, 2013.
- RIZZOLATTI, G.; LUPPINO, G.; MATELLI, M. The organization of the cortical motor system: new concepts. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, v. 106, n. 4, p. 283-296, 1998.
- ROHDE, M.; DI LUCA, M.; ERNST, M. O. The rubber hand illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand. *PloS one*, v. 6, n. 6, p. e21659, 2011.
- ROY, L.B.; SPARING, R.; FINK, G.R. et al. Modulation of attention functions by anodal ETCC on right PPC. *Neuropsychologia*, v.74, p.96-107, 2015.
- RUECKERT, L. et al. Pseudoneglect and the cross-over effect. *Neuropsychologia*, v. 40, n. 2, p. 162-173, 2002.
- SAMPAIO, L.R.; GUIMARÃES, P.R.B.; CAMINO, C.P.S. et al. Estudos sobre a dimensionalidade da empatia: Tradução e adaptação do Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Psico*, v. 42, n. 1, 2011.
- SCHWEID, L.; RUSHMORE, R. J.; VALERO-CABRÉ, A. Cathodal transcranial direct current stimulation on posterior parietal cortex disrupts visuo-spatial processing in the contralateral visual field. *Experimental brain research*, v. 186, n. 3, p. 409-417, 2008.
- SCHWOEBEL, J.; COSLETT, B. Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v.17, n.4, p.543-553, 2005.
- SERINO, A.; HAGGARD, P. Touch and the body. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v.34, p.224-236, 2010.
- SERINO, A.; ALSMITH, A.; COSTANTINI, M. et al. Bodily ownership and self-location: components of bodily self-consciousness. *Consciousness and cognition*, v. 22, n. 4, p. 1239-1252, 2013.
- SHIN, Y-II; FOERSTER, A.; NITSCHKE, M.A. Transcranial direct current stimulation (ETCC)–Application in neuropsychology. *Neuropsychologia*, v. 69, p. 154-175, 2015.
- SHIMADA, S.; FUKUDA, K.; HIRAKI, K. Rubber hand illusion under delayed visual feedback. *PLoS ONE*, v.4:p.61-85, 2009.
- SPENCE, C.; PAVANI, S.; MARAVITA, A. et al. Multisensory contributions to the 3-D representation of visuotactile peripersonal space in humans: evidence from the crossmodal congruency task. *Journal of Physiology-Paris*, v. 98, n. 1, p. 171-189, 2004.
- TROJAN. Representations of body and space: theoretical concepts and controversies. *Cognitive processing*, v. 16, n. 1, p. 417-420, 2015.
- TSAKIRIS, M.; PRABHU, G.; HAGGARD, P. Having a body versus moving your body: How agency structures body-ownership. *Consciousness and Cognition*, v.15, p.423-432, 2006.
- TSAKIRIS, M.; HESSE, M.D.; BOY, C. et al. Neural signatures of body ownership: A sensory network for bodily self-consciousness. *Cerebral Cortex*, v.17, p.2235-2244, 2007.

TSAKIRIS, M.; HAGGARD, P. The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 31, n. 1, p. 80, 2005.

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

VAESEN, K. The cognitive bases of human tool use. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 35, n. 04, p. 203-218, 2012.

VUILLEUMIER, P.; VALENZA, N.; MAYER, E. et al. Near and far visual space in unilateral neglect. *Annals of neurology*, v. 43, n. 3, p. 406-410, 1998.

WOLD, A. et al. Proprioceptive drift in the rubber hand illusion is intensified following 1 Hz TMS of the left EBA. *Frontiers in human neuroscience*, v. 8, 2014.

ZOPF, R.; SAVAGE, G.; WILLIAMS, M.A. Crossmodal congruency measures of lateral distance effects on the rubber hand illusion. *Neuropsychologia*, v. 48, n. 3, p. 713-725, 2010.

APÊNDICES

APÊNCIDE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DE PESQUISA

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado “**Neuromodulação do esquema corporal e espaço peripessoal com o uso de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e Ilusão da Mão de Borracha**”, da pesquisadora Marília Lira da Silveira Coelho.

O objetivo da pesquisa é verificar se é possível modificar a percepção da sua mão (chamado de esquema corporal) e do espaço ao redor do seu corpo – espaço da ação motora- (chamado de espaço peripessoal). Serão utilizadas duas técnicas para modificação da sua percepção da mão, a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e uma ilusão perceptiva, chamada ilusão da mão de borracha.

A estimulação será realizada por meio de eletrodos de borracha envolvidos em esponjas umedecidas com soro fisiológico. Os eletrodos serão colocados no couro cabeludo na região da localização do córtex pré-motor ou córtex parietal posterior ou córtex occipital. A estimulação gera uma corrente contínua de baixa intensidade e indolor, com possíveis sensações leves de formigamento na região. Serão utilizados três tipos de estimulação: anódica – promove aumento da atividade neural no cérebro-, catódica – promove diminuição da atividade neural-, e placebo- a corrente elétrica ficará desligada durante o procedimento. Essa estimulação é segura e utilizados em diversas pesquisas, não há evidências de qualquer dano cerebral devido a sua aplicação.

A ilusão da mão de borracha será realizada por meio de estímulos táteis feitos com pincéis nos dedos da sua mão e nos dedos de uma mão de borracha ao mesmo tempo. Essa ilusão não oferece qualquer risco, nem física, nem mental.

O teste tem duração média de 40 minutos. Os dados para a pesquisa serão coletados no Laboratório de Neurociência Cognitiva e Social, da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Em qualquer etapa da pesquisa você terá acesso ao pesquisador para o esclarecimento de eventuais dúvidas. Contatos: telefone (11) 2114-8878 e endereço – Rua Piauí, 181, 10^o andar, Consolação, São Paulo – SP.

Caso você tenha alguma consideração ou dúvida sobre os aspectos éticos da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie - Rua da Consolação, 896 - Ed. João Calvino.

Aos voluntários cabe o direito de retirar-se do estudo a qualquer momento, sem prejuízo nenhum. As informações coletadas serão analisadas em conjunto com a dos outros participantes e será garantido o sigilo absoluto dos seus dados. Os resultados, conclusões e divulgação do estudo tem finalidade acadêmica e científica como parte do processo de Doutorado. Desde já agradecemos a sua colaboração.

Marília Lira da Silveira Coelho
Pesquisador Responsável

Paulo Sérgio Boggio
Orientador

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento, que atende às exigências legais, o(a) senhor(a) _____, voluntário de pesquisa, após a leitura da carta de informação ao sujeito de pesquisa, ciente dos procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, riscos e garantias de confidencialidade e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância em participar da pesquisa proposta. Fica claro que o voluntário pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar da pesquisa, e fica ciente que todo o trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

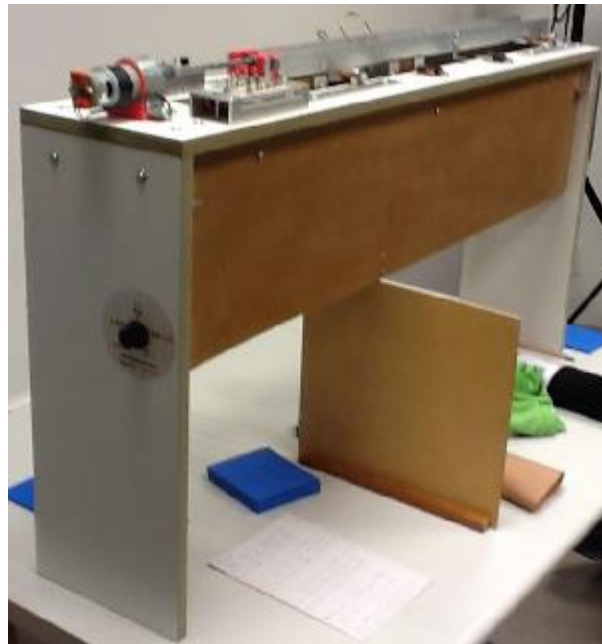
São Paulo, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do voluntário ou seu representante legal

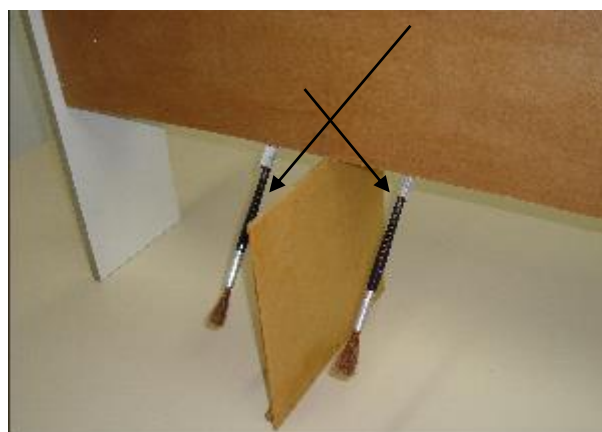
APÊNDICE C - MANUAL DO APARELHO PARA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA

Manual do aparelho para ilusão da mão de borracha

O aparelho foi desenvolvido pelo Prof. Eng. Sérgio Américo Boggio, com o intuito de avaliar o paradigma da ilusão da mão de borracha (IMB).



O equipamento é constituído por uma estrutura de madeira (103 cm de largura por 51 cm de altura) que contém na sua parte interna, dois sistemas de polias motorizadas, um fixo e um móvel os quais são os braços de movimento dos pincéis.



O sistema móvel permitirá o ajuste para os diversos tamanhos das mãos.



A tensão de alimentação do equipamento é 110 volts.

O movimento transversal dos pincéis é obtido por um motor



que movimenta o carro que suporta os sistemas de pincéis.

O comando desse motor pode ser feito de forma automática via microprocessador ou manual.

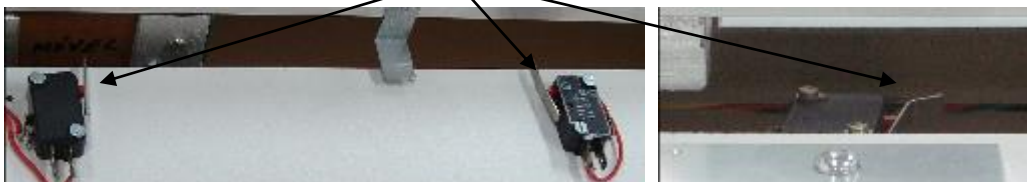


Na posição manual podemos seleccionar o sentido de movimento do carro.
Para ligar o motor devemos pressionar o botão Liga.



O botão Fim de curso só será utilizado em caso de alguma falha de operação.

Para evitar danos com o carro, temos 3 chaves de fim de curso, que desligam o motor ao



serem acionadas, caso o carro ou o sistema de pincel tente ultrapassar os limites permitidos para o movimento transversal.

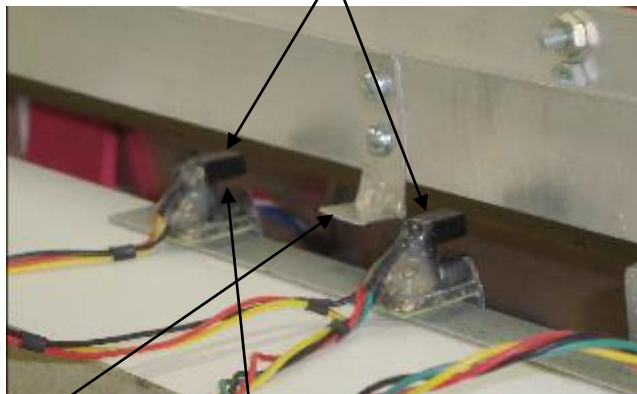
Caso uma dessas chaves seja acionada, será necessário o seguinte procedimento para o carro poder movimentar novamente:

- 1) Selecione o sentido de movimento do carro para que ele deixe de pressionar a chave
- 2) Pressione o botão vermelho de Fim de curso e o botão preto de liga até que a chave seja liberada. A partir desse momento pode-se liberar o botão vermelho.

A velocidade do carro pode ser ajustada entre 0,4 a 1 mm/s.



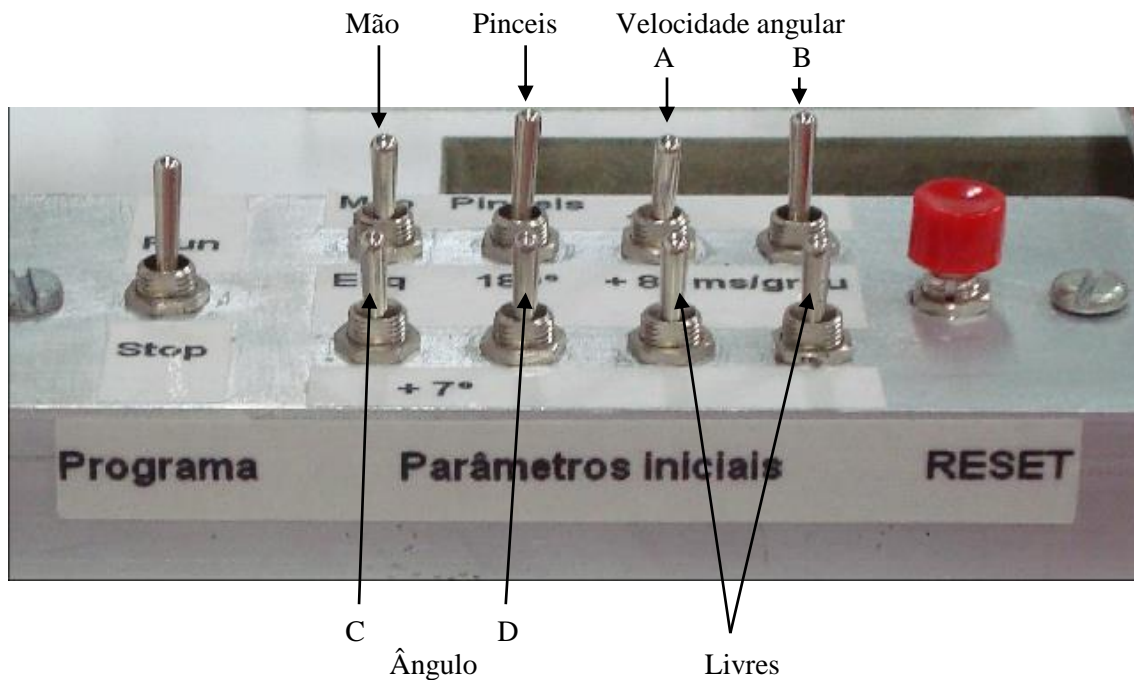
Quando estamos em modo automático, o microprocessador passa a controlar o movimento do carro baseando-se nas posições de 2 sensores ópticos.



Quando a lâmina penetra na fenda do sensor, o microprocessador reconhece e reverte o movimento do carro.

Esses sensores são móveis permitindo tabular a excursão do carro e o posicionamento dos pincéis sobre as mãos.

Chaves dos parâmetros iniciais



Mão

Permite seleccionar qual mão verdadeira (Esquerda ou Direita) será estimulada pelo pincel fixo.

Pincéis

0° - os pincéis fazem o movimento no mesmo sentido, com a mesma velocidade e o mesmo deslocamento angular.

180° - os pincéis se movem com a mesma velocidade e o mesmo deslocamento angular, porém em sentidos opostos, defasados de 180°.

Velocidade angular

É a velocidade de movimento dos pincéis que para facilitar os números, utilizamos a unidade ms/grau.

Podemos escolher 4 velocidades através das chaves A e B.

Na foto a chave A está na posição desligada e a B ligada.

| A | B | ms/grau | composição dos valores das chaves |
|-----------|-----------|---------|-----------------------------------|
| desligada | desligada | 85 | 85 |
| desligada | ligada | 158 | 85 + 73 |
| ligada | desligada | 231 | 85 + 146 |
| ligada | ligada | 304 | 85 + 73 + 146 |

Ângulo de excursão dos pincéis

É o ângulo descrito pelo pincel em graus.

Podemos escolher 4 ângulos através das chaves C e D.

Na foto as chaves C e D estão na posição desligada.

| C | D | grau | composição dos valores das chaves |
|-----------|-----------|------|-----------------------------------|
| desligada | desligada | 7 | 7 |
| ligada | desligada | 11 | 7 + 4 |
| desligada | ligada | 15 | 7 + 8 |
| ligada | ligada | 19 | 7 + 8 + 4 |

Livres

Chaves eletricamente disponíveis mas sem programação nesse momento.

Programa / Reset

STOP – Encerra a execução do programa no microprocessador, fazendo com que os pincéis saiam do campo da operação.

RUN – Prepara o microprocessador para rodar o programa, após o acionamento do RESET.

ATENÇÃO:

Sempre que trocar os parâmetros é necessária executar na sequência:

STOP – Ajusta parâmetros – RUN – RESET

ANEXOS

ANEXO A – INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO

Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (Oldfield, 1971)

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades pela colocação do sinal + na coluna apropriada. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, coloque ++. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, coloque + em ambas as colunas. Algumas das atividades requerem ambas as mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para qual preferência manual é desejada é indicada entre parênteses.

Por favor, tente responder a todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa.

| | <i>Atividade</i> | <i>Mão Esquerda</i> | <i>Mão Direita</i> |
|----|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1 | Escrever | | |
| 2 | Desenhar | | |
| 3 | Arremessar | | |
| 4 | Uso de tesouras | | |
| 5 | Escovar os dentes | | |
| 6 | Uso de faca (sem garfo) | | |
| 7 | Uso de colher | | |
| 8 | Uso de vassoura (mão superior) | | |
| 9 | Acender um fósforo (mão do fósforo) | | |
| 10 | Abrir uma caixa (mão da tampa) | | |

ANEXO B – ÍNDICE DE REATIVIDADE INTERPESSOAL

Experimento: _____ **Nome:** _____ **Data:** _____

Nós apenas queremos saber o quanto que essas frases te descrevem. É importante que não leve muito tempo para responder cada questão. Simplesmente marque a resposta que melhor te descreve.

| Resposta: 0=não me descreve bem 4=me descreve muito bem | Resposta | | | | |
|--|----------|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 01. Tenho muitas vezes sentimentos de ternura e preocupação pelas pessoas menos afortunadas do que eu. | | | | | |
| 02. De vez em quando tenho dificuldade em ver as coisas do ponto de vista dos outros. | | | | | |
| 03. Às vezes, não sinto muita pena quando as outras pessoas estão a ter problemas. | | | | | |
| 04. Facilmente me deixo envolver nos sentimentos das personagens de um romance. | | | | | |
| 05. Em situações de emergência, sinto-me desconfortável e apreensivo/apreensiva. | | | | | |
| 06. Habitualmente mantenho a objetividade ao ver um filme ou um teatro e não me deixo envolver por completo. | | | | | |
| 07. Quando há desacordo, tento atender a todos os pontos de vista antes de tomar uma decisão. | | | | | |
| 08. Quando vejo que se estão a aproveitar de uma pessoa, sinto vontade de a proteger. | | | | | |
| 09. Por vezes tento compreender melhor os meus amigos imaginando a sua perspectiva de ver as coisas. | | | | | |
| 10. É raro ficar completamente envolvido/envolvida num bom livro ou filme. | | | | | |
| 11. Quando vejo alguém ficar ferido, tendo a permanecer calmo/calma. | | | | | |
| 12. As desgraças dos outros não me costumam perturbar muito. | | | | | |
| 13. Depois de ver um filme ou um teatro, sinto-me como se tivesse sido uma das personagens. | | | | | |
| 14. Estar numa situação emocional tensa assusta-me. | | | | | |
| 15. Geralmente sou muito eficaz a lidar com emergências. | | | | | |
| 16. Fico muitas vezes emocionado/emocionada com coisas que vejo acontecer. | | | | | |
| 17. Acredito que uma questão tem sempre dois lados e tento olhar para ambos. | | | | | |
| 18. Descrever-me-ia como uma pessoa de coração mole. | | | | | |
| 19. Quando vejo um bom filme, consigo facilmente pôr-me no lugar do protagonista. | | | | | |
| 20. Tendo a perder o controlo em situações de emergência. | | | | | |
| 21. Quando estou aborrecido/aborrecida com alguém, geralmente tento pôr-me no seu lugar por um momento. | | | | | |
| 22. Quando estou a ler uma história ou um romance interessante, imagino como me sentiria se aqueles acontecimentos se tivessem passado comigo. | | | | | |
| 23. Quando vejo alguém numa emergência a precisar muito de ajuda, fico completamente perdido/perdida. | | | | | |
| 24. Antes de criticar alguém, tento imaginar como me sentiria se estivesse no seu lugar. | | | | | |

ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE MUDANÇA CORPORAL

Questionário de Mudança Corporal

Nome: _____ Experimento: _____

Data: _____

Este questionário foi preparado para obter informações de como você se sente em relação ao seu corpo e de suas atitudes para mudá-lo. Suas respostas são completamente anônimas. Ninguém saberá suas respostas.

Não há respostas certas ou erradas. Nós apenas queremos saber como você se sente e o que você faz. É importante que não leve muito tempo para responder cada questão. Simplesmente marque a resposta que melhor se aplicar a você.

Legenda: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Hábitos Alimentares | | | | | |
| Com que frequência você: | | | | | |
| 1. come rapidamente uma grande quantidade de comida? | | | | | |
| 2. come ao ponto de se estufar? | | | | | |
| 3. come uma grande quantidade de comida sem nem estar com fome? | | | | | |
| 4. enfrenta um impulso para comer muito? | | | | | |
| 5. só pensa em comida? | | | | | |
| 6. pensa em comer uma grande quantidade de comida? | | | | | |
| 7. pensa sobre comida quando nem está com fome? | | | | | |
| 8. sente vontade de comer até se empanturrar? | | | | | |
| 9. come muito quando está ansioso? | | | | | |
| Suplementos Alimentares | | | | | |
| Com que frequência você: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre | | | | | |
| 1. usa substâncias para perder peso, por exemplo, remédios para emagrecer? | | | | | |
| 2. sente vontade de usar substâncias para perder peso, por exemplo, remédios para emagrecer? | | | | | |
| 3. pensa em usar substâncias para perder peso, por exemplo, remédios para emagrecer? | | | | | |
| 4. preocupa-se em usar substâncias para perder peso, por exemplo, remédios para emagrecer? | | | | | |
| 5. usa suplementos alimentares (por exemplo, sustagen) para aumentar o tamanho de seus músculos? | | | | | |
| 6. sente vontade de tomar suplementos alimentares (por exemplo, sustagen) para aumentar o tamanho dos seus músculos? | | | | | |
| 7. pensa em tomar suplementos alimentares (por exemplo, sustagen) para aumentar o tamanho de seus músculos? | | | | | |
| 8. usa esteroides-anabolizantes? | | | | | |
| 9. pensa em usar esteroides-anabolizantes? | | | | | |
| Estratégias de Mudança Corporal para perder peso | | | | | |

| | |
|---|--|
| Com que frequência você: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre | |
| 1. pensa em comer menos para perder peso? | |
| 2. come menos para perder peso? | |
| 3. preocupa-se em comer menos para perder peso? | |
| 4. pensa em fazer mais exercícios para perder peso? | |
| 5. faz mais exercícios para perder peso? | |
| 6. preocupa-se em fazer mais exercícios para perder peso? | |
| 7. muda a quantidade de suplementos alimentares que você usa para perder peso? | |
| 8. pensa em mudar a quantidade de suplementos alimentares que você usa para perder peso? | |
| 9. preocupa-se em mudar a quantidade de suplementos alimentares que você usa para perder peso? | |
| Estratégias de Mudança Corporal para aumento de Peso | |
| Com que frequência você: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre | |
| 1. pensa em comer mais para aumentar seu peso? | |
| 2. come mais para aumentar seu peso? | |
| 3. preocupa-se em comer mais para aumentar o peso? | |
| 4. pensa em fazer mais exercícios para aumentar seu peso? | |
| 5. faz mais exercícios para aumentar seu peso? | |
| 6. preocupa-se em fazer mais exercícios para aumentar o peso? | |
| 7. muda a quantidade de suplementos alimentares que você usa para aumentar o peso? | |
| 8. pensa em mudar a quantidade de suplementos alimentares que você usa para aumentar o peso? | |
| 9. preocupa-se em mudar a quantidade de suplementos alimentares que você usa para aumentar o peso? | |
| Estratégias de Mudança Corporal para aumento do Tônus Muscular | |
| Com que frequência você: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre | |
| 1. preocupa-se em mudar sua alimentação para aumentar seu tônus muscular? | |
| 2. muda sua alimentação para aumentar seu tônus muscular? | |
| 3. pensa em mudar sua alimentação para aumentar seu tônus muscular? | |
| 4. pensa em fazer mais exercícios para aumentar seu tônus muscular? | |
| 5. faz mais exercícios físicos para aumentar seu tônus muscular? | |
| 6. preocupa-se em fazer mais exercícios físicos para aumentar seu tônus muscular? | |
| Estratégias de Mudança Corporal para aumento do Tamanho Muscular | |
| Com que frequência você: 1- Nunca 2- Algumas vezes 3- Frequentemente 4- Quase sempre 5- Sempre | |
| 1. preocupa-se em mudar sua alimentação para aumentar o tamanho de seus músculos? | |
| 2. muda sua alimentação para aumentar o tamanho de seus músculos? | |
| 3. pensa em mudar sua alimentação para aumentar o tamanho de seus músculos? | |
| 4. pensa em fazer mais exercícios físicos para aumentar o tamanho de seus músculos? | |
| 5. faz mais exercícios físicos para aumentar o tamanho de seus músculos? | |
| 6. preocupa-se em fazer mais exercícios para aumentar o tamanho de seus músculos? | |

ANEXO D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ILUSÃO DA MÃO DE BORRACHA.

Questionário da intensidade da ilusão da mão de borracha

Experimento: _____ **Nome:** _____ **Data:** _____

Responda a escala de acordo com o que você sentiu no momento do teste.

Você deve marcar o símbolo que corresponde com a intensidade da sensação que você vivenciou durante o teste.

Quanto maior a sensação e a concordância da frase, maior será a intensidade marcada:

(+ / + + / + + +).

Quanto menor a sensação e a concordância da frase, menor será a intensidade marcada:

(- / - - / - - -).

O zero (0) representa neutralidade da sua resposta, ou seja, nem concordo e nem discordo com a frase.

| - - - Discordo completamente + + + Concordo completamente | Resposta |
|--|---------------------------------------|
| Parecia que eu estava olhando diretamente para minha própria mão, ao invés de uma mão de borracha. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que seu estava sentindo o toque do pincel no local onde eu via a mão de borracha sendo tocada. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que minha mão estava movendo em direção à mão de borracha. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que a mão de borracha era parte do meu corpo. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que minha mão estava ficando emborrachada. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que o toque que eu estava sentindo vinha de algum lugar entre minha própria mão e a mão de borracha. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que o toque que eu senti foi causado pelo toque do pincel na mão de borracha. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que a mão de borracha era minha mão. | --- -- - 0 + ++ +++ |
| Parecia que eu poderia ter mais do que uma mão esquerda. | --- -- - 0 + ++ +++ |

ANEXO E - QUESTIONÁRIO DOS EFEITOS COLATERAIS PARA ETCC PÓS-ESTIMULAÇÃO.

Questionário dos Efeitos Colaterais da ETCC pós-estimulação (side-effect checklist)

Nome: _____ Experimento: _____

Área: _____

| LEGENDA | |
|--------------|--------------------|
| Gravidade | Relação com a ETCC |
| 1 – Ausente | 1 – Nenhum |
| 2 – Suave | 2 – Remoto |
| 3 – Moderado | 3 – Possível |
| 4 – Severo | 4 - Definitivo |

| Sintomas | Gravidade | | | Relação com a ETCC | | | Observações |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------------|
| | ETCC1 | ETCC2 | ETCC3 | ETCC1 | ETCC2 | ETCC3 | |
| Dor de cabeça | | | | | | | |
| Dor no pescoço | | | | | | | |
| Dor no couro cabeludo | | | | | | | |
| Queimação no couro cabeludo | | | | | | | |
| Prejuízo auditivo | | | | | | | |
| Prejuízo cognitivo | | | | | | | |
| Problemas de concentração | | | | | | | |
| Mudança de humor aguda | | | | | | | |
| Outros (Especificar) | | | | | | | |

Avaliação da qualidade de estudo cego (check on blind):

- Dê uma nota de 0 a 5 para a sua resposta, para indicar a certeza de sua resposta, sendo que “0” = nenhuma certeza e “5” = máxima certeza de sua resposta:

- Qual tipo de tratamento você acredita ter recebido?

| | INTENSIDADE (1-5) | | |
|--------------------|-------------------|-------|-------|
| | ETCC1 | ETCC2 | ETCC3 |
| Tratamento ativo | | | |
| Tratamento placebo | | | |