

MARIA LUIZA SALES RANGEL

**RECONHECIMENTO HÁPTICO DE PARTES DO CORPO: UMA
INTEGRAÇÃO SENSORIO-MOTORA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM NEUROCIÊNCIAS**

Orientador: Luiz de Gonzaga Gawryszewski

Co-orientador: Antonio Pereira Junior

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Niterói

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

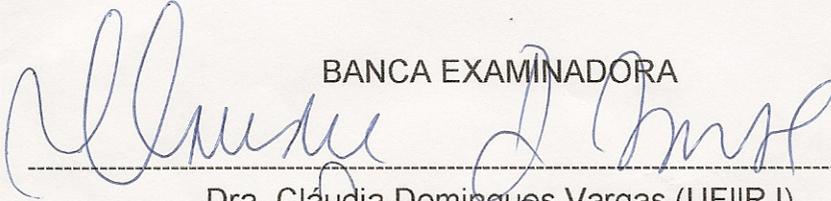
Milhares de livros grátis para download.

MARIA LUIZA SALES RANGEL

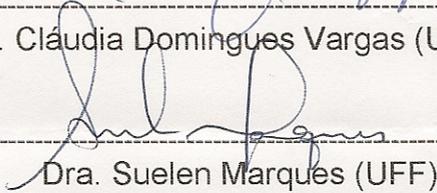
**Reconhecimento Háptico de Partes do
Corpo: Uma Integração Sensório-Motora**

Dissertação de mestrado submetida à
Universidade Federal Fluminense como
requisito parcial para obtenção do grau de
mestre em Neuroimunologia.

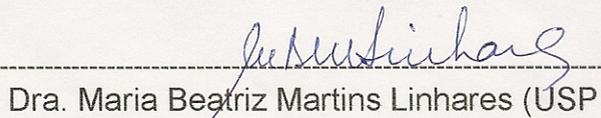
BANCA EXAMINADORA



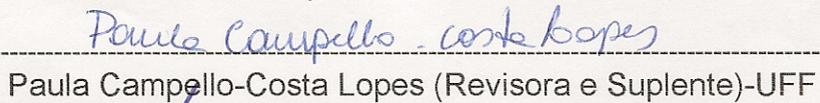
Dra. Cláudia Domingues Vargas (UF|RJ)



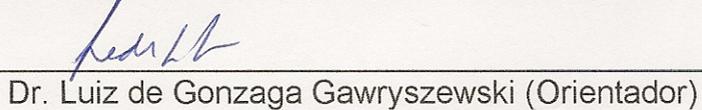
Dra. Suelen Marques (UFF)



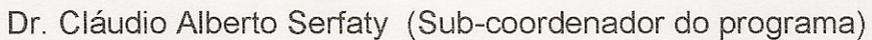
Dra. Maria Beatriz Martins Linhares (USP)



Paula Campello-Costa Lopes (Revisora e Suplente)-UFF



Dr. Luiz de Gonzaga Gawryszewski (Orientador)



Dr. Cláudio Alberto Serfaty (Sub-coordenador do programa)

NITERÓI
2010

R196 Rangel, Maria Luiza Sales
Reconhecimento háptico da lateralidade de partes do corpo:
uma integração sensório-motora/ Maria Luiza . – Niterói: [s.n.],
2010.
58f.

Dissertação – (Mestrado em Neurociências) – Universidade
Federal Fluminense, 2010.

1. Neurofisiologia. 2. Imagética motora. 3. Sistema háptico.
I. Título.

CDD: 612.8

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Neurobiologia da Atenção e do Controle Motor do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), sob a orientação do Professor Luiz de Gonzaga Gawryszewski com apoio financeiro da Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior (CAPES), CNPq, FAPERJ, PIBIC/UFF-CNPq e da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPi) da UFF.

“Sê tu a mudança que esperas ver no mundo”

Mahatma Gandhi

*Ao meu irmão, que mesmo não estando mais aqui é uma presença constante em minha vida. Por ter sido exemplo de bondade e perseverança.
Te Amo muito. Saudades...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a pela força.

Aos meus pais por todo amor, carinho e paciência. Mais uma vez o apoio de vocês foi fundamental para o meu amadurecimento pessoal e profissional.

Ao Bruno pela compreensão e pelo carinho em todos os momentos.

A Prof^a. Dr. Sabrina Guimarães Silva, pois foi a primeira pessoa a acreditar no meu talento para a ciência.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz de Gonzaga Gawryszewski pela oportunidade, pela orientação, pelos ensinamentos e pela confiança no meu trabalho.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Antonio Pereira Junior por estar sempre presente, mesmo que distante geograficamente, e por acreditar no meu trabalho e em mim.

Aos colegas da pós-graduação e aos amigos do Laboratório pela colaboração imprescindível para o meu crescimento. Em especial à Fernanda Jzenko e Roberto Sena, pela amizade e pelo companheirismo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Neurociências pelo conhecimento transmitido.

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
LISTA DE ABREVIATURAS	12
LISTA DE FIGURAS	12
1) INTRODUÇÃO	14
1.1) RECONHECIMENTO VISUAL DE PARTES DO CORPO	15
1.1.2) BASES NEURAIIS DO RECONHECIMENTO VISUAL DA FORMA DA MÃO	18
1.2) O SISTEMA HÁPTICO	20
1.2.1) RECONHECIMENTO HÁPTICO DE OBJETOS	21
1.2.2) RECONHECIMENTO HÁPTICO DE PARTES DO CORPO	22
1.2.3) BASES NEURAIIS DA PERCEPÇÃO HÁPTICA	23
2) OBJETIVO	25
3) METODOLOGIA	26
3.1) VOLUNTÁRIOS	26
3.2) ESTÍMULOS	26
3.3) ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
3.4) EXPERIMENTO COM RESPOSTA VOCAL	28
3.4.1) VOLUNTARIOS	28
3.4.2) APARATO EXPERIMENTAL	28
3.4.3) GRUPO PALMA	29
3.4.4) GRUPO DORSO	30
3.5) EXPERIMENTO PODAL	30

3.5.1) VOLUNTÁRIOS	31
3.5.2) APARATO EXPERIMENTAL	31
3.5.3) GRUPO PALMA	32
3.5.4) GRUPO DORSO	32
4) RESULTADOS	33
4.1) EXPERIMENTO COM RESPOSTA VOCAL	33
4.2) EXPERIMENTO PODAL	37
5) DISCUSSÃO	41
6) DISCUSSÃO GERAL	42
8) POSSIBILIDADES FUTURAS	46
9) CONCLUSÃO	46
10) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	48
11) ANEXOS	57
11.1) ANEXO 1 - TERMO DE ANUÊNCIA – EXPERIMENTO VOCAL	57
11.2) ANEXO 2 - TERMO DE ANUÊNCIA – EXPERIMENTO PODAL	58

RESUMO

Segundo algumas teorias atuais, a toda ação executada está associado um estágio encoberto desta ação. Esses estados puramente implícitos da ação, chamados também de imagética motora, possibilitam a simulação da realidade e predição dos efeitos da realização de uma ação específica, permitindo-nos não somente reconstruir o passado, mas também antecipar o futuro, a maioria das vezes de forma não-consciente. As tarefas de reconhecimento da lateralidade de partes do corpo são freqüentemente utilizadas para evocar a simulação mental de uma ação de forma implícita. Entretanto, o número de estudos disponíveis na literatura referentes ao reconhecimento háptico de partes do corpo é bastante reduzido. O principal objetivo deste trabalho foi verificar se a imagética motora envolvida com o reconhecimento da lateralidade de uma parte do corpo depende da modalidade sensorial utilizada para evocá-la. Foram realizados dois experimentos, um com resposta vocal e outro com resposta podal. Em ambos, para a um estímulo representando a palma da mão houve uma diferença significativa entre os Tempos de Reação (TR) para os ângulos de 90°Lateral e 90°Medial, e entre o ângulo 180° e as demais orientações. O mesmo não aconteceu para um estímulo representando o dorso da mão. Nesta condição, não houve diferença significativa entre os ângulos 90°L e 90°M e somente a orientação 180° apresentou TR significativamente mais longo que as demais. Este padrão é similar ao encontrado nas tarefas de julgamento de lateralidade de figuras visuais de partes do corpo, indicando que processos semelhantes de simulação mental do movimento estão presentes no reconhecimento háptico ou visual da lateralidade dos estímulos representando partes do corpo.

ABSTRACT

According to some current theories, all executed action is associated with a covert stage of this action. These purely covert states of the action, also called motor imagery, make possible the simulation of the reality and the prediction of the effects this action, allowing us not only to reconstruct the past, but also to anticipate the future, most of the time this occurs not-conscientiously. The handedness recognition tasks are frequently used to evoke the mental simulation of an action in an implicit form. However, the number of available studies in literature referring to the haptic recognition of parts of the body is quite reduced. The main objective of this work was to investigate if motor imagery is evocated by haptic handedness recognition, if it is a process dependent of the sensorial modality. Two experiments, one with vocal response and another one with pedal response were had been carried out. In both, for the a stimulus representing the palm of the hand there was a significant difference between the Reaction Time (RT) for the angles 90°Lateral and 90°Medial, and between the angle 180° and the others orientations. This was not the case for back view of the hand.. In this condition, 90°L did not have significant difference from 90°M, only the angle 180° presented RT significantly longer than the others. This pattern s similar to the one found in handedness judgment tasks with visual figures of body parts, indicating that similar processes of mental simulation of the movement are present in haptic or visual handedness recognition of the stimulus representing body parts.

LISTA DE ABREVIATURAS

TR - Tempo de Reação.

TMS – Estimulação Magnética Transcraniana (*Transcranial magnetic stimulation.*)

PP – Primeira Pessoa.

TP – Terceira Pessoa.

fMRI – Imageamento de Ressonância Magnética funcional (*Functional magnetic resonance imaging*)

FFA - Área Fusiforme da Face.

EBA - Área Extra-estriada do Corpo.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Ilustração mostrando as áreas motoras (secundárias e primária), somestésicas e sensorio-motoras. Adaptado de Bear et al, 2007. AMS: Área Motora Suplementar; APM: Área pré-motora; M1- Córtex Motor Primário; S1 – Córtex Somestésico Primário. AB: Área de Brodmann. (página 18)

FIGURA 2: Representação esquemática dos estímulos apresentados representando a superfície palmar ou dorsal da mão. (página 27)

FIGURA 3: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo – Experimento Vocal. (página 34)

FIGURA 4: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Vocal – Grupo Palma (página 35)

FIGURA 5: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Vocal – Grupo Dorso. (página 36)

FIGURA 6: Gráfico representando o efeito da interação Mão x Estímulo sobre o TR. As condições ipsilaterais apresentam TR maior que as condições contralaterais. (página 37)

FIGURA 7: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal. (página 38)

FIGURA 8: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal – Grupo Palma. (página 39)

FIGURA 9: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal – Grupo Dorso. (página 40)

FIGURA 10: Gráfico representando o efeito da interação entre os fatores Estímulo e Ângulo sobre o TR. Experimento Podal – Grupo Dorso. (página 41)

TABELA 1 – Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Vocal – Grupo Palma. (página 34)

TABELA 2 – Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Vocal – Grupo Dorso. (página 35)

TABELA 3 – Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Podal – Grupo Palma. (página 39)

TABELA 4 - Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Podal – Grupo Dorso. (página 40)

1 - INTRODUÇÃO

Os primeiros conceitos sobre a representação motora no cérebro datam do Século XIX (ver James, 1890;1950). As concepções sobre o funcionamento do sistema motor nesta época eram dominadas pela Teoria Sensório-Motora da geração da ação, segundo a qual as ações seriam reações a mudanças no ambiente externo e ocorreriam de forma altamente dependente dos seus componentes sensoriais periféricos, tanto para iniciação quanto para execução, com apenas um pequeno grau de autonomia (Jeannerod, 2006). Entretanto, este modelo deixava a desejar principalmente em relação à geração das ações voluntárias, pois essas ações não ocorrem como um reflexo ou uma reação automática a um evento externo (não dependem somente do ambiente), mas são geradas pela vontade do sujeito. Nas nossas ações, além das reações aos estímulos, estão expressas as expectativas que nos permitem interagir adequadamente com o mundo à nossa volta. Esse fato levou a indagações sobre a existência de um processo interno/central de geração de ações, onde essas poderiam ser codificadas, armazenadas e executadas, independentes dos parâmetros ambientais. (Jeannerod, 2006).

Segundo algumas teorias atuais, a toda ação executada está associado um estágio de simulação mental, encoberto desta ação, embora o inverso não seja verdadeiro. Desta forma, uma ação simulada mentalmente não se tornará necessariamente uma ação explícita, podendo permanecer como imaginação (Jeannerod, 2001). De fato, esses estados puramente mentais da ação, chamados também de imagética motora, possibilitam a simulação da realidade e a predição dos efeitos resultantes da realização de uma ação específica, permitindo-nos não somente reconstruir o passado, mas também antecipar o futuro (Moulton e Kosslyn, 2009).

O estudo da imagética motora envolve uma metodologia variada, com recursos da Psicologia Cognitiva e da Neurociência Cognitiva, através de uma abordagem baseada na introspecção e na Cronometria Mental (Lameira *et al* 2008, Parsons,1994, Sirigu e Duhamel,

2001), assim como técnicas baseadas no monitoramento de variáveis fisiológicas e do metabolismo cerebral. (Vargas *et al*, 2004; Yue e Cole 1992, Parsons 1998, Decety 2006)

A Cronometria Mental permite, através da medida do Tempo de Reação (TR), estimar o tempo necessário para o processamento e a execução das várias etapas entre a apresentação de um estímulo e a execução de uma resposta. A duração do TR depende da complexidade do estímulo e do número de alternativas da resposta. Além disso, a correspondência entre algumas propriedades do estímulo e da resposta pode aumentar ou diminuir o TR. (ver revisões em Massaro, 1989 e Corbetta *et al.*, 1991).

Diversos estudos demonstraram que as características temporais das ações imaginadas e executadas são similares (Parsons, 1994, Decety, 1996, Frak 2001). Frak e colaboradores mostraram que quando se solicita a um sujeito, por exemplo, para estimar mentalmente a viabilidade de uma ação, como alcançar e pegar um objeto posicionado em diferentes orientações, o tempo para realizar a tarefa varia em função da orientação do objeto, sugerindo que o sujeito moveu mentalmente seu braço, ou seja, simulou mentalmente o movimento. De fato, o tempo necessário para fazer esta estimativa é muito similar ao tempo necessário para pegar um objeto posicionado na mesma orientação.

1.1) RECONHECIMENTO VISUAL DE PARTES DO CORPO

Diversas atividades podem ativar o processo de simulação mental de um movimento, e esta ativação pode ocorrer tanto de forma consciente quanto não consciente. (Jeannerod, 2001). De fato o uso da imagética motora consciente como ferramenta em práticas de treinamento mental e na reabilitação já foi demonstrado em diversos estudos (Smiths *et al*, 2003; Stevens e Stoykov, 2003; Page *et al*, 2006). Todavia, conscientemente ou não, a

simulação mental apresenta uma estreita relação com a ação, a nível comportamental bem como neural (Jeannerod, 2001).

As tarefas de reconhecimento da lateralidade de partes do corpo são freqüentemente utilizadas para evocar a simulação mental da ação de forma implícita. Esse tipo de tarefa foi inicialmente utilizado por Copper e Sheppard em 1975 e popularizada por Parsons em 1987 e 1994.

Parsons (1994) realizou três experimentos, nos quais figuras de mãos em 6 diferentes vistas e 12 diferentes orientações, em ambas as lateralidades (figuras de mãos esquerdas e direitas) eram apresentadas, uma por vez, na tela de um computador. Com este aparato experimental, três tarefas diferentes foram executadas: a primeira envolvia a realização explícita de um movimento, a segunda envolvia uma simulação mental de um movimento e a terceira era uma tarefa de discriminação da lateralidade da figura da mão apresentada. Os TRs para a realização de cada tarefa foram comparados e os resultados mostram que a variação do TR com a vista e a orientação da figura ocorre de forma similar nas três tarefas. Essa similaridade levou o autor a sugerir que a simulação mental de um movimento da mão é influenciada pelas limitações biomecânicas inerentes ao movimento real correspondente, pois aquelas posturas mais difíceis de serem realizadas são também mais difíceis de serem simuladas mentalmente, levando a TRs maiores. De fato, as limitações biomecânicas impostas para os movimentos desses segmentos corporais são uma característica intrínseca da representação mental do movimento (Petit *et al.*, 2003).

A partir desses resultados, Parsons (1994) desenvolveu um modelo de reconhecimento da lateralidade de figuras das mãos que compreende cinco etapas: a) reconhecimento pré-atencional da lateralidade da mão-estímulo; b) processamento da orientação espacial da própria mão c) planejamento do movimento da própria mão representada internamente para assumir a orientação da mão-estímulo; d) simulação mental do movimento planejado; e)

“encaixe confirmatório” entre a orientação da própria mão representada internamente e a orientação da mão-estímulo. O estágio pré-atencional seria um reconhecimento automático da lateralidade da mão-estímulo, que utiliza informação de outras partes do corpo (antebraço, ombro, etc.) e somente, após o movimento imaginado da mão e do “encaixe confirmatório”, o voluntário tomaria a decisão consciente sobre a lateralidade desse estímulo.

Em um experimento controle, Parsons (1994) observou também que a simulação mental de um movimento da mão (realizada durante o julgamento da lateralidade) é afetada pela informação proprioceptiva da postura do voluntário. Vargas e colaboradores (2004) evidenciaram este efeito através de um estudo de Estimulação Magnética Transcraniana (TMS), onde observaram que a excitabilidade córtico-espinal estava facilitada quando o voluntário imaginava um movimento compatível com a postura atual da mão.

Desta forma, o reconhecimento de partes do corpo é um processo no qual existe uma relação entre aquilo que o voluntário vê (figura da mão) e o que sente (informações proprioceptivas da mão do voluntário). Ou seja, o fato de o estímulo representar uma parte do corpo não ativa apenas do sistema visual, mas também dos sistemas somestésico e motor. Assim, a decisão do julgamento da lateralidade da mão é tomada através da formação da imagem mental de uma das mãos do voluntário (com participação do sistema proprioceptivo), da sua projeção implícita para o estímulo e da verificação da congruência ou não entre a figura e a imagem mental da mão (Parsons, 1987; Parsons, 1994; Parsons & Fox, 1998).

A construção e a manipulação espacial de imagens corporais têm origem basicamente visual e somato-motora (Parsons, 1994; Decety, 1996; Wolbers *et al.*, 2003). Durante a discriminação da lateralidade da figura de uma parte do corpo, existe o envolvimento de ambos os sistemas (visual e somato-motor) com representações sensório-motoras e somáticas específicas ativadas e controladas pelo hemisfério cerebral contralateral (Parsons & Fox,

1998). O processo de simulação mental é um componente essencial para esta tarefa e também para o planejamento de um movimento real das mãos (Parsons, 1987).

1.1.2) BASES NEURAIIS DO RECONHECIMENTO VISUAL DA LATERALIDADE DA MÃO

As bases neurais do movimento implícito usado no reconhecimento da lateralidade da mão foram determinadas inicialmente através de estudos utilizando Tomografia por Emissão de Positrons (PET) (Parsons *et al*, 1995). Observou-se ativação similar àquela presente durante a execução da ação nas áreas motoras secundárias (córtex frontal), somestésicas (córtex parietal) e sensório-motoras (cerebelo). Enquanto alguns estudos apontam uma ausência de ativação no motor primário (M1) (Parsons e Fox, 1998; Parsons *et al*, 1995), Outros sugerem que há ativação em M1 (ver revisão em Jeannerod, 2001), e que esta ocorre em uma magnitude de 30% em relação a ativação durante a execução do movimento e que não é vista em todos os sujeitos (Gerardin *et al.*, 2000).

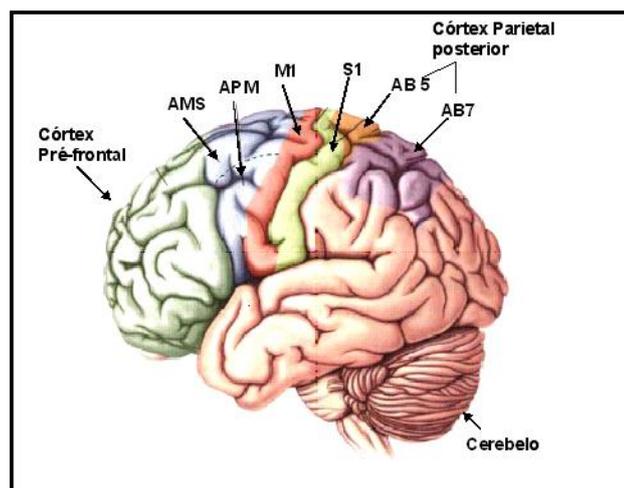


Figura 1: Ilustração mostrando as áreas motoras (secundárias e primária), somestésicas e

sensorio-motoras. Adaptado de Bear et al, 2007. AMS: Área Motora Suplementar; APM: Área pré-motora; M1- Córtex Motor Primário; S1 – Córtex Somestésico Primário. AB: Área de Brodmann.

Ativações no hemisfério cerebral esquerdo, independente da lateralidade do estímulo, estavam presentes na área motora suplementar, no córtex parietal inferior e no córtex pré-motor superior. Essas áreas estão envolvidas com o planejamento necessário para a performance motora. Ativações no hemisfério cerebral direito, independente da lateralidade do estímulo, estavam presentes no córtex pré-motor superior dorsal, na ínsula, no córtex parietal superior e no córtex occipitotemporal. Essas áreas são responsáveis pelo planejamento motor, representação somática de alto nível, avaliação da informação visuo-espacial e representação da identidade do objeto/ação (Parsons & Fox, 1998).

As ativações no hemisfério cerebral contralateral ao lado do estímulo estavam presentes na área motora pré-suplementar, no cerebelo, no córtex pré-motor sulcal frontal superior e no córtex pré-motor inferior. Essas áreas estão envolvidas nos aspectos cognitivos do controle motor, preparação / seleção do movimento, cópia e reconhecimento da ação, aquisição sensorial e execução de movimentos (Parsons & Fox, 1998). Outras estruturas subcorticais como tálamo, globo pálido e núcleo caudado, assim como áreas de processamento visual também são ativadas durante o reconhecimento da lateralidade da mão (Parsons & Fox, 1998).

Segundo Jeannerod (2001), a ativação de áreas motoras durante a simulação mental é um pré-requisito para a Teoria da Simulação, segundo a qual toda ação encoberta é uma ação de fato, que somente não foi executada. É esta ativação que fornece a este estado seu conteúdo de ação. Segundo este autor, a simulação mental é um processo cognitivo de ordem intermediária a superior, realizado por sistemas corticais modalidade específicos, processo este

que não requer participação cortical primária, nem é restrita ao sistema perceptual do estímulo apresentado.

1.2) O SISTEMA HÁPTICO

Através da observação do desempenho de indivíduos cegos, Revesz (1950, apud Gibson 1962) propôs uma forma de experiência chamada de háptica que vai além das modalidades clássicas de toque e cinestesia. Trabalhos recentes (ver revisão em Lederman e Klatszki, 2009) descrevem o sistema háptico como um integrador da informação cutânea proveniente dos receptores sensoriais (mecanoreceptores e termoreceptores) presentes na pele e da informação cinestésica aferente de mecanoreceptores (proprioceptivos) presentes nos músculos, tendões e articulações. Normalmente, a utilização do sistema háptico implica na exploração do estímulo através de um processo de toque ativo (Lederman e Klatszki, 1998, 2009). Grande parte da nossa percepção tátil diária é classificada nesta categoria (Loomis e Lederman, 1986). O toque ativo implica que as impressões sobre a pele são guiadas pelo próprio sujeito, e não por um agente externo, como ocorre durante o toque passivo. Durante o toque passivo, a atenção do voluntário é voltada para as sensações subjetivas relacionadas ao seu corpo. Entretanto, o uso do toque ativo direciona a atenção do voluntário para o objeto que ele explora, sendo uma forma explícita de interação com o ambiente. Assim, o sistema háptico é um sistema exploratório e não meramente receptivo. Mais especificamente, a variação na estimulação da pele é causada por uma variação dos movimentos realizados pelo próprio voluntário (Gibson, 1962).

1.2.1) RECONHECIMENTO HÁPTICO DE OBJETOS

É possível identificar objetos através da exploração háptica tão bem quanto através da exploração visual. Na maioria dos estudos de reconhecimento háptico de objetos foram utilizados estímulos não biológicos como letras, formas geométricas, formas abstratas, etc (Cattaneo *et al*, 2007, Klatzki e Lederman, 2003, Prather e Sathian, 2002).

Em um estudo recente, Scocchia e colaboradores (2009) utilizaram figuras bidimensionais (2D) de objetos do cotidiano como garfo, chave, martelo, entre outros, em uma tarefa de identificação háptica. Quando objetos em duas dimensões são reconhecidos hapticamente, a mão é privada de uma gama de informações que estão disponíveis nos objetos em condições naturais, pois a maioria dos estímulos presentes no nosso dia-dia são objetos tridimensionais (3D) (Lederman *et al*, 1990). Além disso, formas 2D limitam a exploração, pois é necessário seguir o contorno do objeto. Desta maneira, a apreensão háptica da informação sobre o objeto ocorre de forma sequencial e fragmentada e com grande demanda cognitiva (Loomis *et al*, 1991, James, 2005), ao contrário, da exploração visual na qual o acesso à configuração total do objeto é praticamente simultâneo (James, 2005).

Outros estudos sugeriram que quando um estímulo 2D é explorado hapticamente a informação háptica direta é dificultada, sendo necessário que haja uma translação visual *ad hoc* do estímulo háptico para uma imagem 3D que permita uma melhor representação do objeto (Lederman *et al*, 1990). Para comprovar essa hipótese, Scocchia e colaboradores (2009) apresentaram figuras 2D de objetos do cotidiano de forma alinhada ou não alinhada com a posição da cabeça do voluntário. O esperado era que quando a cabeça do voluntário estivesse alinhada com o estímulo, a figura seria mais facilmente reconhecida, pois a posição congruente entre a cabeça e a mão facilitaria a translação da informação háptica em uma imagem visual 3D. Os resultados mostram que nas condições em que o voluntário estava com

a cabeça voltada para o estímulo as respostas foram mais rápidas e houve menor taxa de erros que nas condições não alinhadas. Todavia, a necessidade estrita desta translação háptica-visual é contestada pelos estudos em cegos congênitos que nunca tiveram experiência visual e são capazes de realizar um reconhecimento háptico semelhante ao dos videntes (ver Sacks, 1995.). Deste modo, os resultados obtidos por Scocchia *et al* (2009) devem ser vistos como uma evidência de interação entre as informações proprioceptivas provenientes do corpo e a exploração háptica e não como a existência determinante de uma etapa (visual) intermediária entre a imagem háptica e a imagem mental.

Tarefas de rotação mental também já foram realizadas com o uso de estímulos hápticos. Entretanto, assim como em tarefas de reconhecimento simples, foram utilizados apenas objetos não-biológicos. Os resultados mostraram que o padrão temporal da rotação mental de estímulos hápticos ocorre da mesma forma que a rotação mental de estímulos visuais. Ou seja, o tempo de reação aumenta em função da diferença angular entre o estímulo e sua posição canônica (Marmor & Zaback, 1976, Pather & Sathian, 2002; Dellantonio & Spagnollo, 1990).

1.2.2) RECONHECIMENTO HÁPTICO DE PARTES DO CORPO

O número de estudos disponíveis na literatura analisando o reconhecimento háptico de partes do corpo é bastante reduzido. Apenas recentemente (Kitada *et al.*, 2010) foi realizado um estudo investigando se é possível adotar uma perspectiva de terceira pessoa quando mãos de silicone 3D são apresentadas tanto visualmente quanto hapticamente. A tarefa dos voluntários era identificar a qual lado do espaço pertencia uma mão 3D de silicone localizada no plano horizontal, segundo duas perspectivas: primeira pessoa (PP - como se aquela fosse a

sua própria mão) e terceira pessoa (TP - como se a mão fosse de um observador posicionado à sua frente).

A hipótese era que as variações dos Tempos de Reação seriam diferentes entre as duas perspectivas devido à diferença angular em relação à posição considerada canônica. Em PP, a posição canônica seria a posição 0° (dedos para frente do voluntário), que é o padrão encontrado nos experimentos visuais com tarefas de julgamento da lateralidade em geral (Parsons, 1994; Lameira *et al*, 2008). Porém, em TP, a posição mais canônica seria a posição 180°, que, na verdade, é a posição 0° para um observador imaginado posicionado à frente do voluntário.

Os resultados sugerem que é possível assumir de forma acurada uma perspectiva de terceira pessoa quando mãos são exploradas tanto hapticamente quanto visualmente. Entretanto, a instrução para a tarefa háptica precisa ser bem definida e explícita senão os voluntários tendem a adotar uma estratégia que se inicia em primeira pessoa, resultando em um padrão diferente do esperado (Kitada *et al*, 2010).

1.2.3) BASES NEURAIIS DA PERCEPÇÃO HÁPTICA

Diversos estudos mostram que o reconhecimento de estímulos hápticos ativa regiões no complexo occipito-temporal lateral. Hamilton e colaboradores (2000) mostraram, através de um estudo de caso, que o córtex occipital é funcionalmente relevante para a leitura tátil do Braille em cegos. A paciente em questão, cega congênita, sofreu alexia para o Braille após um Acidente Vascular Encefálico bilateral no córtex occipital. Entretanto, sua percepção somatosensorial não foi afetada. Através do Imageamento por Ressonância Magnética Funcional (fMRI), James e colaboradores também observaram que a exploração háptica de objetos 3D produz quantidade significativa de ativação no córtex visual extra-estriado e

sugeriram que uma região específica na região occipital medial está envolvida no reconhecimento da forma dos objetos, tanto na exploração visual quanto na háptica (James *et al*, 2002).

Merabeth e colaboradores (2004) investigaram, através da Estimulação Magnética Transcraniana (TMS), a função dos córtices occipital e do somestésico na discriminação háptica. Voluntários cegos e videntes avaliaram características como textura de objetos e distância entre pontos. Os resultados mostraram que o córtex occipital está envolvido no processamento de informações táteis que requerem discriminação espacial fina nos dois grupos de voluntários (cegos e videntes).

Em um estudo recente, Kitada e colaboradores (2009) observaram através de fMRI quais são as áreas corticais ativadas durante o reconhecimento háptico de partes do corpo como faces, pés e mãos. Já havia sido relatado anteriormente que quando identificamos visualmente uma face ou uma parte do corpo diferente da face, ativamos regiões específicas do córtex occipito-temporal, a Área Fusiforme da Face (FFA) ou a Área Extra-estriada do Corpo (EBA), respectivamente (Peelen e Downing, 2007). O reconhecimento háptico de partes do corpo ativa regiões próximas das regiões ativadas visualmente por estes mesmos estímulos, algumas vezes até com uma certa sobreposição. Porém é possível diferenciar funcionalmente as duas áreas através dos picos de ativação, havendo assim, uma Área Háptica do Corpo e uma Área Háptica da Face. (Kitada *et al*, 2009).

Além disso, é notória a existência de algumas regiões do córtex occipital consideradas áreas metamodais, ou seja, são ativadas por características específicas do estímulo (como a sua forma) independente da aferência sensorial utilizada. (Amedi *et al*, 2007, Amedi *et al*, 2002 e Rangel *et al*, 2010).

2) OBJETIVO

Embora o interesse no estudo do sistema háptico tenha aumentado bastante nos últimos 20 anos, não encontramos na literatura nenhuma investigação acerca do reconhecimento háptico da lateralidade de partes do corpo. Tem sido demonstrado que, para o reconhecimento visual da lateralidade de figuras de partes do corpo (Parsons, 1994; Gawryzsewski *et al*, 2007; Lameira *et al*, 2008), o Tempo de Reação (TR) varia em função de diferentes vistas e orientações do estímulo, evidenciando a utilização da imagética motora como estratégia para realizar a tarefa. O principal objetivo deste trabalho foi investigar como os Tempos de Reação para o reconhecimento háptico da lateralidade de estímulos representando partes do corpo (mãos) variam com a vista e a orientação destes. Foram realizados dois experimentos metodologicamente diferentes, um com resposta vocal e outro com resposta podal. Esperamos encontrar que a variação do TR em função da vista e do ângulo ocorra da mesma forma em ambos os experimentos, mesmo que características intrínsecas do tipo de resposta sejam diferentes e possam exercer influência sobre os resultados de forma geral.

Nossa hipótese é que a reconhecimento háptico de figuras representando partes do corpo envolve uma estratégia de simulação mental do movimento. Se nossa hipótese for verdadeira, a variação do Tempo de Reação em função de diferentes vistas e orientações do estímulo evidenciará o uso desta estratégia, com TRs mais longos associados a posturas (ângulos) e vistas menos usuais e com maior limitação biomecânica.

3) METODOLOGIA

3.1) VOLUNTÁRIOS

Participaram como voluntários dos experimentos alunos e funcionários da Universidade Federal Fluminense (UFF) e voluntários externos. Todos eram destros segundo o inventário de Oldfield (1971). Antes do início dos experimentos, os participantes foram instruídos sobre a tarefa a ser realizada e assinavam um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 1 e 2). Os procedimentos metodológicos utilizados seguiram as normas da Comissão de Ética em pesquisas envolvendo seres humanos da UFF.

3.2) ESTÍMULOS

Foram utilizados como estímulos oito figuras em alto-relevo no formato da mão humana (0.5 mm altura, 4.0 cm largura e 5.5 cm comprimento). Destas, quatro eram figuras da mão esquerda e outras, quatro figuras da mão direita. Os estímulos foram colados em cartões magnéticos em quatro diferentes orientações: 0° (figura com os dedos apontando para frente), 90°L (figura com os dedos apontando lateralmente à linha média do corpo), 180° (figura com os dedos apontando em direção ao voluntário) e 90°M (figura com os dedos apontando medialmente à linha média do corpo do voluntário) (Figura 2). Durante os experimentos, os estímulos eram posicionados e aderidos em uma plataforma coberta com uma folha magnética, sob a qual havia um micro-interruptor elétrico. Os mesmos estímulos foram utilizados nos grupos palma e dorso. Dessa forma, não havia nenhuma característica específica do estímulo que o classificasse como palma ou dorso, exceto a instrução do experimentador.

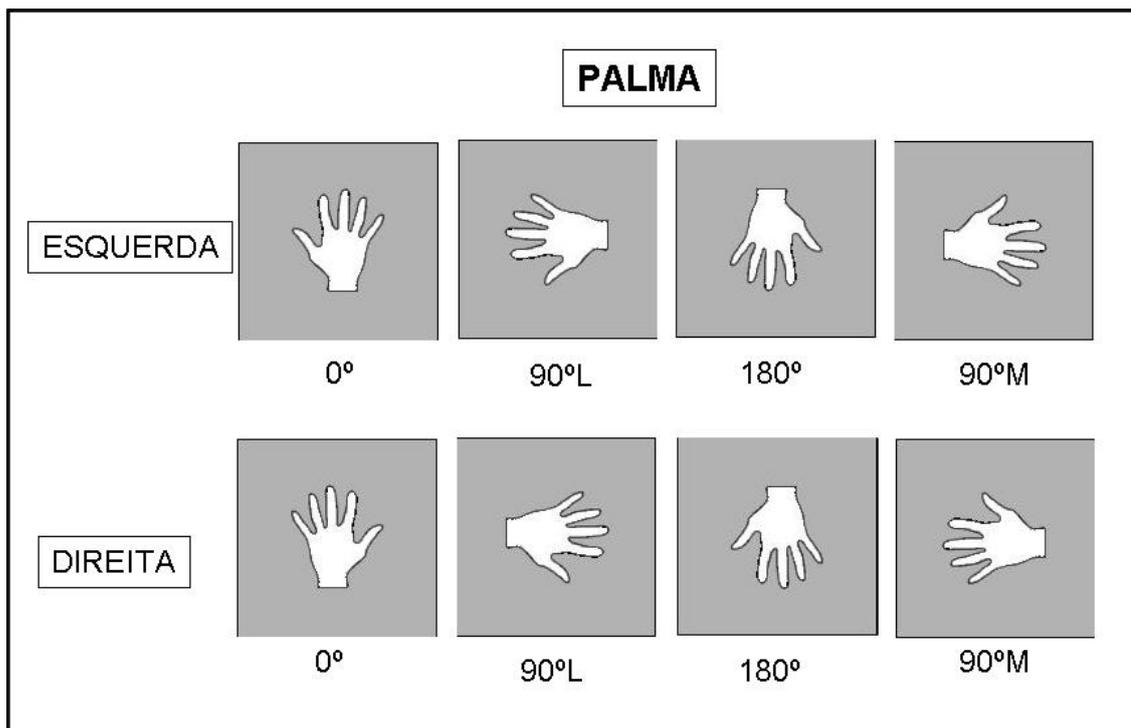


Figura 2: Representação esquemática dos estímulos utilizados considerando a vista palmar (considerando a vista dorsal, os lados (esquerdo e direito) representados pelas figuras correspondem às mãos direita e esquerda, respectivamente).

3.3) ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tempo de reação (TR) foi utilizado como variável dependente. Somente os dados da segunda sessão foram utilizados, a primeira sessão foi considerada treino. As médias dos TRs corretos foram submetidas a uma ANOVA, com dois fatores **intergrupo**: Vista, com dois níveis (Dorso ou Palma); e Mão, com dois níveis (tarefa realizada com a mão esquerda ou com a mão direita). E dois fatores **intragrupo**: Estímulo, com dois níveis (figura da mão esquerda ou figura da mão direita); e Ângulo, com quatro níveis (0°, 90° Lateral, 180° e 90° Medial). O grau de significância foi estabelecido em $p = 0,05$. O método Newman-Keus foi utilizado para análises *post hoc*. Não foram analisados os dados dos participantes que apresentaram mais de 15% de erros (1 participante no experimento podal, vista dorsal) ou que após a tarefa

relataram ter utilizado uma estratégia baseada em características peculiares das figuras que os possibilitou ter TRS muito mais rápidos do que os outros e uma ausência de variação do TR com o ângulo e a vista da figura (1 participante no experimento podal, vista dorsal). Foram excluídos 6 sujeitos do experimento vocal (5 da vista palmar e 1 da vista dorsal) pois não retornaram para participar da segunda sessão.

3.4) EXPERIMENTO COM RESPOSTA VOCAL

3.4.1) VOLUNTÁRIOS

Os voluntários foram divididos em dois grupos. Participaram do Grupo **Palma**, 22 voluntários (9 homens e 13 mulheres). A faixa etária variou de 17 a 24 anos de idade (média de idade $19,73 \pm 0,37$ anos). Participaram do Grupo **Dorso**, 22 voluntários, dentre eles, 9 homens e 13 mulheres e a faixa etária variou de 18 a 26 anos de idade (média de idade $20,14 \pm 0,54$ anos) .

3.4.2) APARATO EXPERIMENTAL

Os testes foram realizados numa sala com atenuação sonora. Os participantes sentavam-se em uma cadeira com ajuste de altura e de frente para uma mesa. Na mesa havia um monitor, no qual o experimentador podia acompanhar a seqüência de testes e a acurácia das respostas, um teclado, onde o experimentador registrava a resposta do voluntário e uma plataforma constituída por uma caixa de madeira coberta com plástico flexível sobre o qual foi colada uma folha magnética. Os estímulos eram colados sobre uma folha magnética, a qual aderiu à outra folha magnética. O programa Micro Experimental Laboratory – MEL (MEL

Professional 2.0- Psychology Software Tools, Inc.) registrava o intervalo de tempo entre o início da exploração e a resposta executada pelo experimentador.

Após se posicionar sentado de frente para a plataforma, com esta alinhada com a linha média de seu corpo, o voluntário era vedado pelo experimentador, para que não visse os estímulos em momento nenhum do experimento.

O teste consistia de uma sessão de treino com 24 trials. Esta era seguida por duas sessões de 40 trials (5 vezes em cada combinação de estímulo e orientação) realizadas em dias diferentes. Cada participante realizava a tarefa em duas sessões. Em cada sessão, o participante utilizava mãos diferentes (ex. sujeito 1: primeira sessão – mão direita, segunda sessão – mão esquerda). Ao final da segunda sessão, o experimentador entrevistava o voluntário quanto à estratégia utilizada por ele para realizar a tarefa. O mesmo aparato experimental foi utilizado nos dois grupos (Grupo Dorso e Grupo Palma).

3.4.3) GRUPO PALMA

No início do experimento, os voluntários foram instruídos a considerar que o estímulo apresentado representava a figura da palma de uma mão. Era explicado que esta figura poderia estar em quatro orientações diferentes: com os dedos apontando para frente (0°), para o voluntário (180°) ou para os lados (90°L e 90°M), e que poderia representar a mão esquerda ou direita. A tarefa do voluntário era explorar a figura e julgar a lateralidade da figura da mão.

Em cada *trial*, a exploração háptica do estímulo era iniciada sempre a partir da mesma posição: o dedo indicador de uma das mãos do voluntário era posicionado pelo experimentador no polegar da figura. O voluntário devia explorar a figura utilizando somente o dedo indicador. A outra mão do voluntário deveria permanecer em repouso e em posição neutra (sem rotação) durante todo o experimento. Após um comando do experimentador, o

voluntário devia pressionar a figura, e assim acionar o micro-interruptor para iniciar o registro do tempo de reação. Neste momento, o programa disparava também um tom (100 Hz) para alertar ao voluntário quanto ao início do *trial*. A partir deste momento, o voluntário podia explorar livremente o estímulo até determinar a lateralidade. Neste momento, deveria anunciar a lateralidade da figura, e então, o experimentador apertava a tecla 1 (um) para lateralidade esquerda e a tecla 2 (dois) para lateralidade direita. Após a execução da resposta os voluntários recebiam um feedback auditivo: para a resposta correta, o voluntário ouvia um tom agudo (2000Hz), para a resposta errada, o voluntário ouvia um tom grave (200 Hz). Os voluntários deveriam tentar responder o mais rápido e corretamente possível.

3.4.4) GRUPO DORSO

Ao início do experimento, os voluntários eram instruídos a considerar que o estímulo apresentado representava a figura do dorso de uma mão. O aparato experimental e o procedimento permaneciam os mesmos do experimento anterior (grupo palma).

3.5) EXPERIMENTO PODAL

A realização de um segundo experimento foi motivada por 2 razões:

1- no experimento vocal, o experimentador apresentava os estímulos hápticos aos quais o voluntário devia responder falando em voz alta “Esquerda” ou “Direita” e o mesmo experimentador apertava a tecla esquerda ou direita após a resposta do voluntário. Além de um retardo na resposta devido à latência entre a resposta verbal (do voluntário) e a resposta manual (do experimentador), poderia acontecer um viés inconsciente no resultado final, pois o

experimentador tinha conhecimento sobre o estímulo e a resposta esperada (mais rápida ou mais lenta).

2- um padrão de resposta semelhante em outro grupo de voluntários empregando a resposta podal reforçaria a nossa hipótese de que o reconhecimento háptico da lateralidade de figuras da mão envolve a imagética motora, tal como observado nos experimentos empregando estímulos visuais (Parsons, 1994, Gawryszewski *et al*, 2007, Lameira *et al*, 2008)

3.5.1) VOLUNTÁRIOS

Os voluntários foram divididos em dois grupos. Participaram do Grupo Palma 16 voluntários, 5 homens e 11 mulheres, a faixa etária variou de 18 a 24 anos de idade (média de idade $20,38 \pm 0,46$ anos). Dezesesseis voluntários participaram do Grupo Dorso, 4 homens e 12 mulheres, a faixa etária variou de 19 a 28 anos de idade (média de idade $22,06 \pm 0,74$ anos) .

3.5.2) APARATO EXPERIMENTAL

Os testes foram realizados em uma sala com atenuação sonora. Os participantes sentavam-se em uma cadeira com ajuste de altura para o banco e para os braços e de frente para uma mesa. Nesta mesa havia um monitor, onde o experimentador poderia acompanhar a seqüência de testes e a acurácia das respostas; um teclado QWERTY, sobre o qual foi adaptada uma plataforma sobre o teclado numérico, onde eram apresentados os estímulos. Para a aquisição das respostas, os participantes descalços, repousavam os pés sobre uma plataforma com dois pedais localizada sob a mesa, posicionando os háluces (direito e esquerdo) sobre dois interruptores. A distância entre os interruptores era de 16 centímetros. O programa Micro Experimental Laboratory – MEL (MEL Professional 2.0- Psychology Software Tools, Inc.) registrava as respostas.

Após posicionar-se o voluntário era vedado pelo experimentador. A plataforma sobre o teclado numérico ficava posicionada alinhada à linha média do voluntário.

O teste consistia em uma sessão de treino com 24 *trials*, seguida de 2 sessões de 40 *trials* (5 vezes cada estímulo), com um intervalo de aproximadamente 5 minutos entre elas. Durante o intervalo entre as sessões, o experimentador entrevistava o voluntário quanto à sua estratégia para realização da tarefa. O mesmo aparato experimental foi utilizado nos Grupos Palma e Dorso.

3.5.3) GRUPO PALMA

No início do experimento, os voluntários foram instruídos a considerar que o estímulo apresentado representava a figura da palma de uma mão. O procedimento realizado pelo Grupo palma foi similar ao realizado no Experimento Vocal. Exceto pela forma de realização da resposta, neste caso, quando o voluntário soubesse a resposta deveria apertar um dos interruptores podais: esquerdo, se a figura de uma mão esquerda, ou direito, se a figura de uma mão direita. Após a execução da resposta os voluntários recebiam um feedback auditivo: para a resposta correta o voluntário ouvia um tom agudo (2000Hz), para a resposta errada o voluntário ouvia um tom grave (200 Hz). Os voluntários deveriam tentar responder o mais rápido e corretamente possível.

3.5.4) GRUPO DORSO

Antes do início do experimento, os voluntários eram instruídos a pensar no estímulo que seria apresentado a eles como uma figura representando o dorso de uma mão. O aparato experimental e o procedimento permaneceram os mesmos do experimento anterior (Grupo Palma).

4) RESULTADOS

4.1) EXPERIMENTO VOCAL

A Análise de Variância (ANOVA) mostrou que o TR foi significativamente influenciado pelo fator Ângulo ($F(3,120)=17,69$; $p < 0,0000$). A análise *post hoc* para o fator Ângulo mostrou que o TR para o ângulo 0° ($5369 \text{ ms} \pm 203 \text{ ms}$) foi significativamente menor que para todos os outros ângulos, 90°L ($5915 \text{ ms} \pm 220 \text{ ms}$), 180° ($6448 \text{ ms} \pm 244 \text{ ms}$) e 90°M ($5756 \text{ ms} \pm 223 \text{ ms}$). O ângulo 180° apresentou TR significativamente maior que os ângulos 90°L e 90°M . Os ângulos 90°L e 90°M não diferiram entre si (Figura 3). A este ponto, é importante assinalar, que a interação entre os fatores Vista e Ângulo descrita a seguir limita a importância desta análise, o que será destacado na Discussão.

Duas interações foram estatisticamente significativas, a interação entre os fatores Vista e Ângulo ($F(3,120)=4,98$; $p < ,0027$) e entre os fatores Mão e Estímulo ($F(1,40)=4,67$; $p < ,0368$)

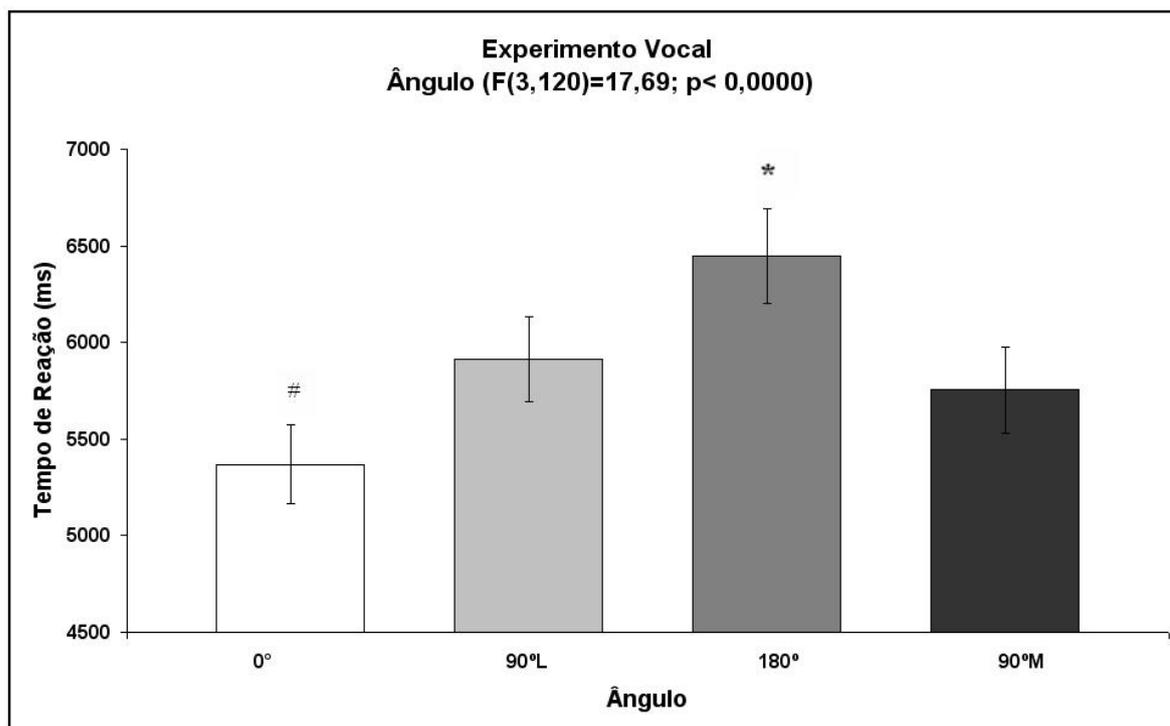


Figura 3: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo – Experimento Vocal. O TRM a 0° foi menor que os outros, # $p < 0,05$ e o TRM a 180° foi maior que os outros, * $p < 0,05$

A interação dupla entre os fatores Vista e Ângulo é semelhante à descrita por Parsons e pelos trabalhos do nosso laboratório empregando estímulos visuais, e mostraram que a análise da vista do Dorso deve ser separada da vista da Palma (Parsons, 1994; Lameira *et al*, 2008).

A análise do grupo Palma mostrou que somente o fator ângulo alcançou significância estatística ($F(3,60) = 6,68$; $p < .0006$), influenciando o TR. A análise *post hoc* mostrou que os Tempos de Reação nos ângulos (90°L e 180°) diferem ($p < 0,05$) dos outros (0° e 90°M), sendo que nenhuma outra comparação apresentou resultado significativo (figura 4).

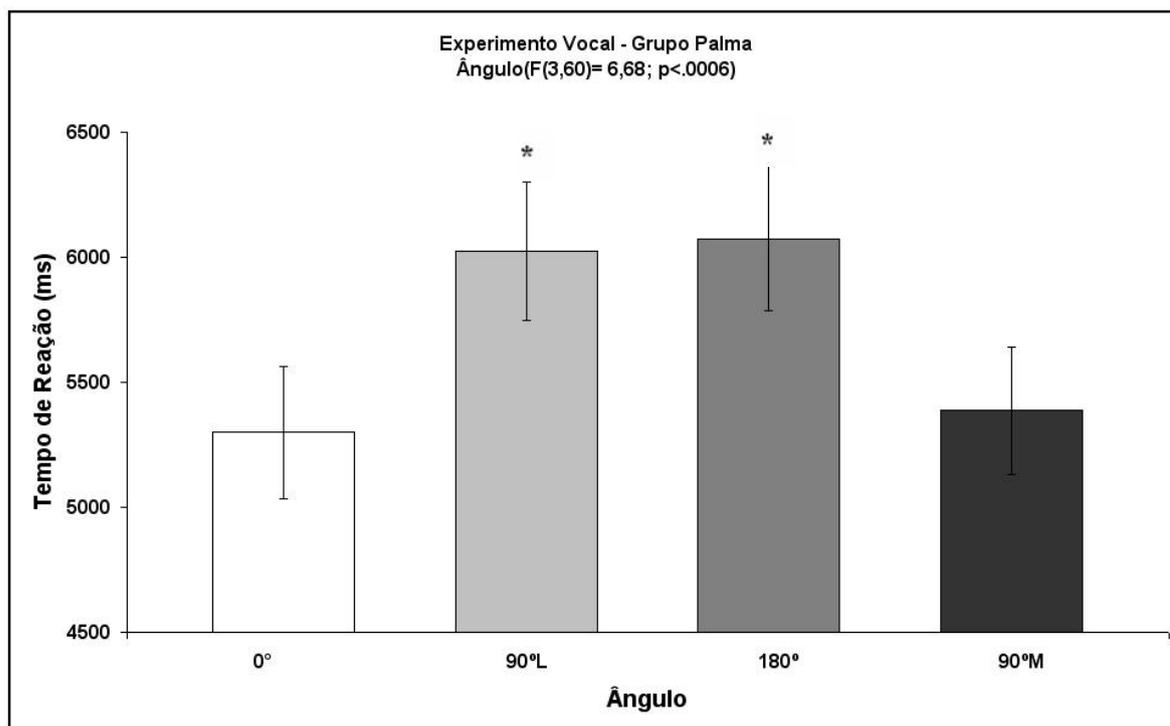


Figura 4: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Vocal – Grupo Palma.* Os ângulos 90°L e 180° apresentaram TR ($p < 0,05$) maior que os demais ângulos, e não diferiram entre si.

Tabela 1: Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Vocal – Grupo Palma.

ÂNGULO	0°	90°L	180°	90°M
TR (ms)	5299 ms ± 263 ms	6025 ms ± 278 ms	6073 ms ± 289 ms	5387 ms ± 255 ms

A análise do grupo Dorso mostrou que o TR foi significativamente influenciado pelo fator Ângulo (Figura 5) ($F(3,60) = 17.127$; $p < .0001$). A análise *post hoc* mostrou que o Tempo de Reação no ângulo 180° difere ($p < 0,05$) dos demais. Os TRs para os ângulos 90°L e 90°M não diferem entre si. Assim como os TRs para os ângulos 0° e 90°L (Figura 5).

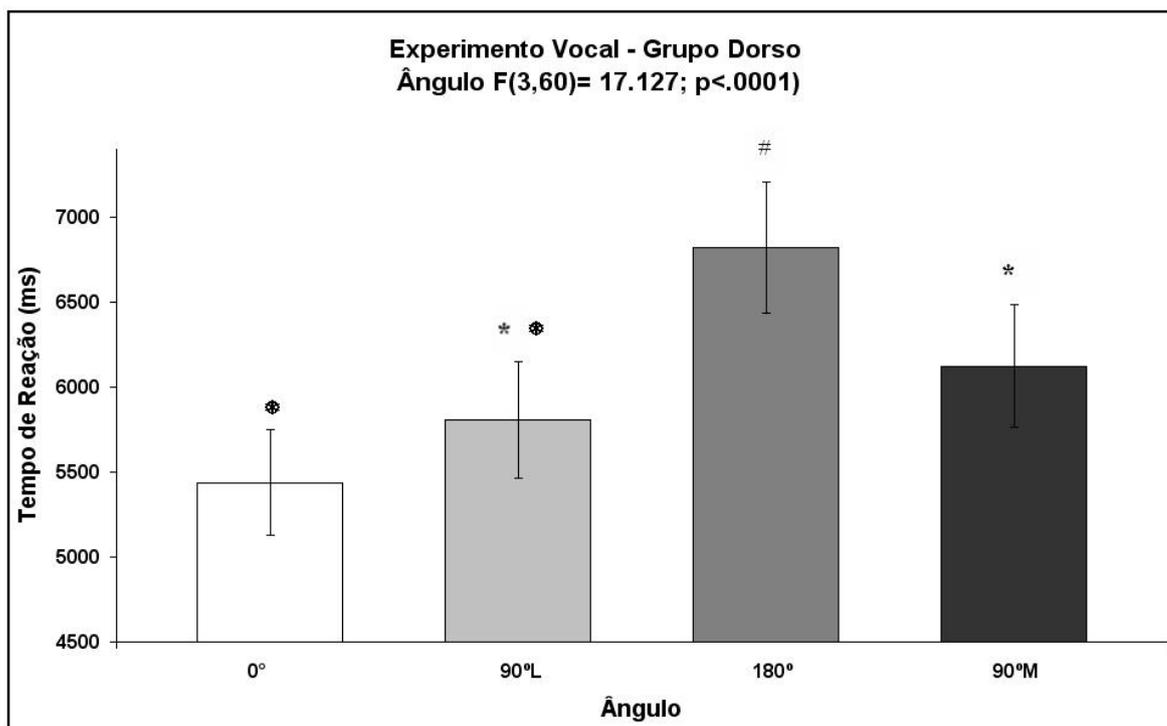


Figura 5: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo.

Experimento Vocal – Grupo Dorso. # $p < 0,05$; * $p > 0,05$; * $p > 0,05$.

Tabela 2: Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Vocal – Grupo Dorso.

ÂNGULO	0°	90°L	180°	90°M
TR (ms)	5438ms ± 312 ms	5806 ms ± 345 ms	6822 ms ± 388 ms	6124 ms ± 316 ms

Houve também uma interação entre os fatores Mão e Estímulo ($F(3,20) = 7.437$; $p < .013$) (Figura 6). Os métodos de análise *post hoc* tradicionais não permitem a análise de fatores intergrupo. Optamos por realizar uma análise planejada ortogonal a fim de compreender melhor esta interação. A análise foi feita isolando-se o fator intergrupo mão (direita ou esquerda), e observando, estatisticamente, como ocorre a variação do fator estímulo. Esta análise indicou que quando a mão esquerda é utilizada para explorar o estímulo não há diferença estatística entre os TRs para as figuras direita ou esquerda ($p < 0,092$). Entretanto, quando a mão direita é utilizada para explorar o estímulo, o TR para o

reconhecimento de uma figura da mão esquerda ($5747 \text{ ms} \pm 322 \text{ ms}$) é estatisticamente menor ($p < 0,05$) que para uma figura da mão direita ($6109 \text{ ms} \pm 385 \text{ ms}$). Este resultado pode ser devido a uma interferência durante a construção da imagem mental da mão. Quando a mão direita é utilizada para explorar o estímulo, possivelmente a construção da imagem mental é influenciada pelo uso desta na realização da tarefa, o que faz com que a formação da imagem mental da mão direita sofra interferência, o que não ocorre com a formação da imagem mental da mão esquerda. Este achado seria mais um indicativo da forte influência de componentes motores na realização da tarefa.

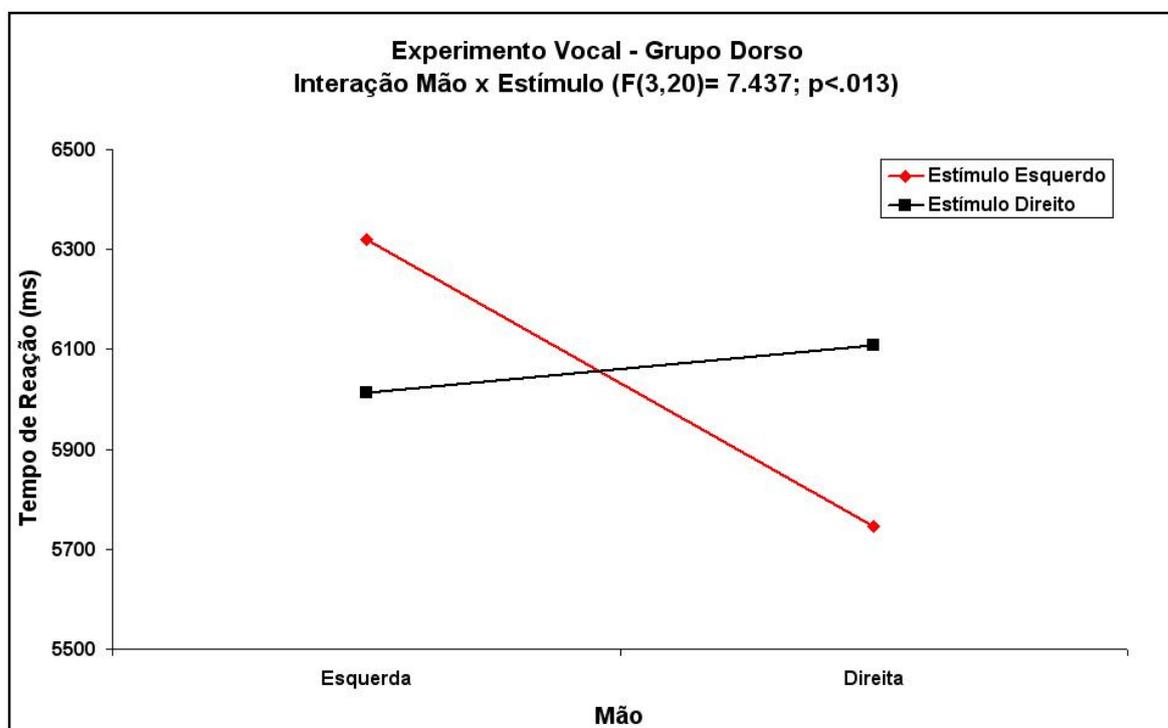


Figura 6: Gráfico representando o efeito da interação Mão x Estímulo sobre o TR. As condições ipsilaterais apresentam TR maior que as condições contralaterais.

4.2 – EXPERIMENTO PODAL

O TR foi influenciado significativamente pelo fator Ângulo ($F(3,81) = 11,37; p < 0,000018$), a análise *post hoc* mostrou que o ângulo 180° ($6412 \text{ ms} \pm 325 \text{ ms}$) apresentou

maior TR que todos os outros ângulos, 0° (5878 ms ± 224 ms), 90°L (5654 ms ± 262 ms) e 90°M (5410 ms ± 264 ms), os quais não foram significativamente diferentes entre si (Figura 7).

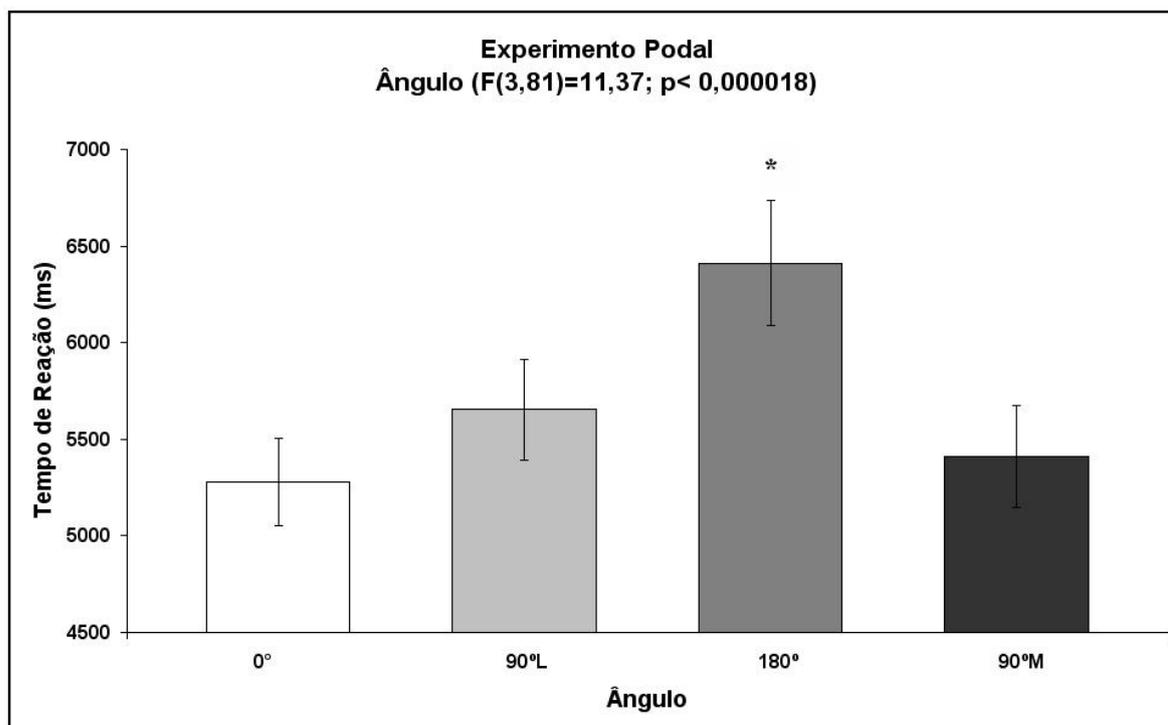


Figura 7: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal. * p<0,05.

Duas interações duplas: Vista e o Ângulo ($F(3,84)=2,82$; $p<,0437$), Estímulo e o Ângulo ($F(3,84)=4,25$; $p<,0076$), e uma interação tripla: Vista, Estímulo e Ângulo ($F(3,84)=5,10$; $p<,0027$) foram significativas.

Para a interação Vista vs Ângulo, foram realizadas duas novas Análises de Variância, uma para o Grupo Dorso e outra para o Grupo Palma. Estas foram realizadas com um fator intergrupo: Mão (tarefa realizada com a mão esquerda ou direita) e com dois fatores intragrupo: Estímulo (figura da mão esquerda ou figura da mão direita) e Ângulo (0°, 90°L, 180, 90°M).

A análise dos TRs do grupo que realizou a tarefa com a instrução Palma mostrou que somente o fator Ângulo alcançou significância ($F(3,42)=4,92$; $p<,0051$). A análise *post hoc* mostrou que os Tempos de Reação nos ângulos 90°L e 180° diferiram ($p<0,05$) dos outros (0° e 90°M), sendo que em nenhuma outra comparação o resultado foi estatisticamente significativo (Figura 8).

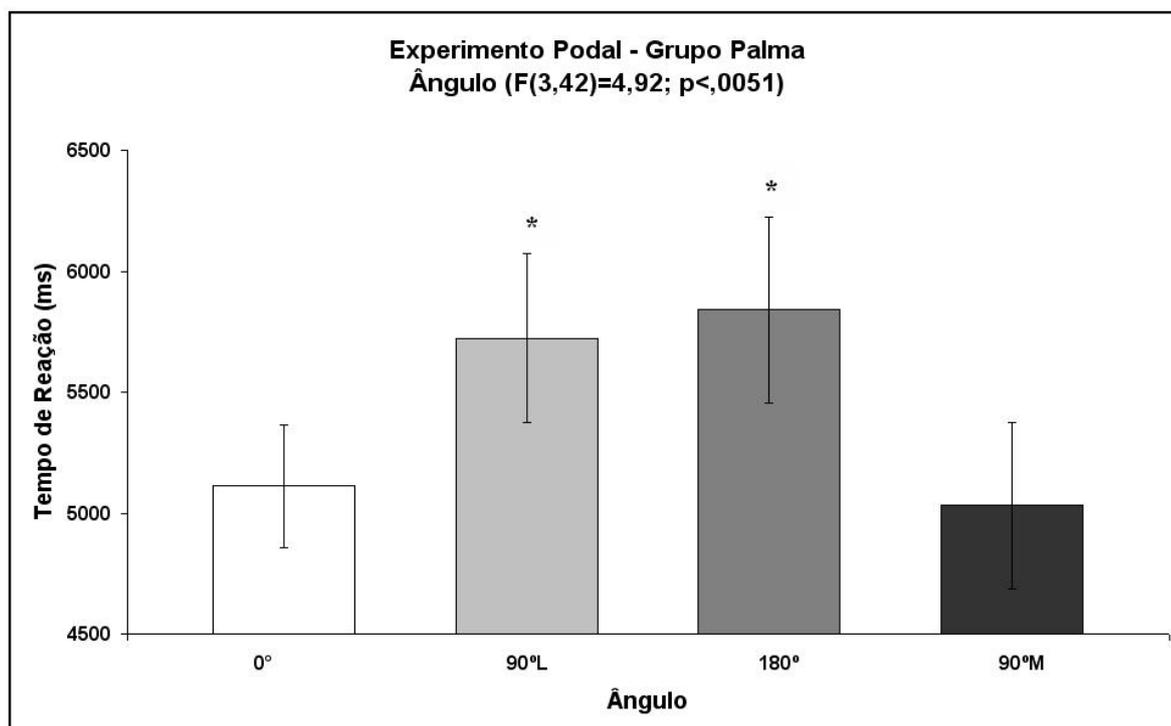


Figura 8: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal – Grupo Palma. * Os ângulos 90°L e 180° apresentaram TR maior ($p<0,05$) que os demais ângulos, e não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 3: Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Podal – Grupo Palma.

ÂNGULO	0°	90°L	180°	90°M
TR (ms)	5111 ms ± 254 ms	5723 ms ± 350 ms	5839 ms ± 386 ms	5030 ms ± 342 ms

A análise do grupo Dorso indicou que o fator ângulo alcançou significância ($F(3,42)=6,77$; $p < 0,0008$). A análise *post hoc* mostrou que o ângulo 180° apresentou TR significativamente mais longo que os demais ângulos. É importante destacar que não houve diferença significativa entre os ângulos $90^\circ L$ e $90^\circ M$ (Figura 9).

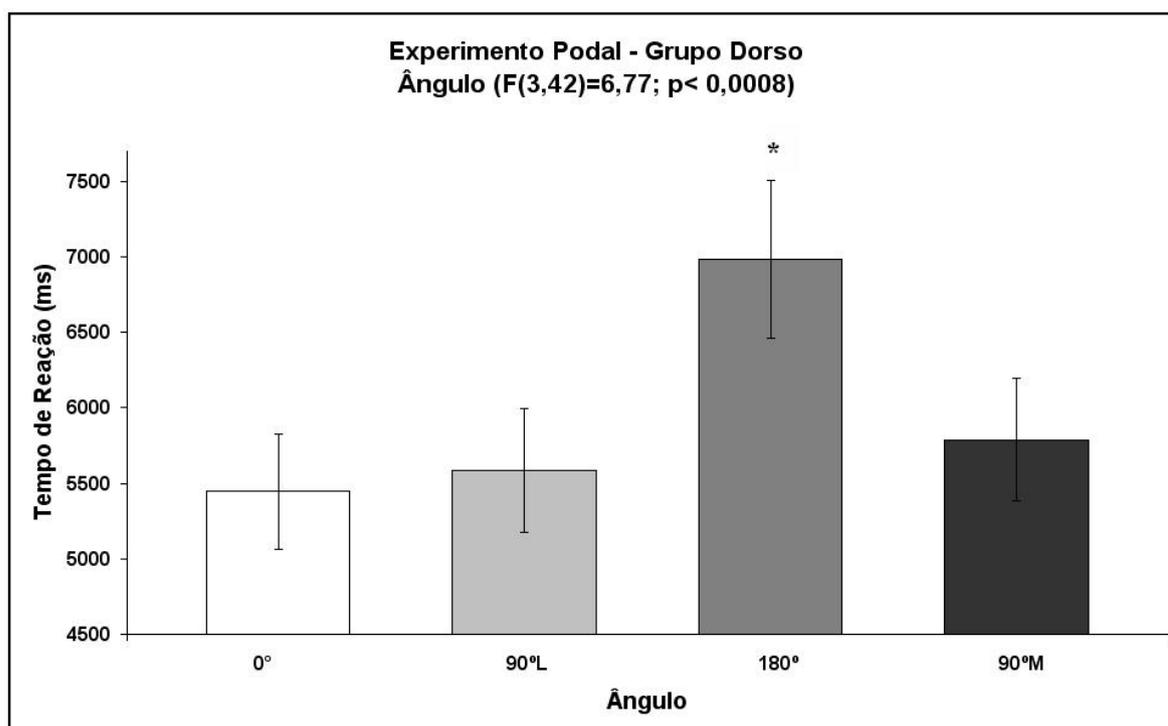


Figura 9: Gráfico representando a variação dos Tempos de Reação em função do Ângulo. Experimento Podal – Grupo Dorso. * O ângulo 180° apresentou maior TR que os demais ângulos ($p < 0,05$).

Tabela 4: Valores das médias dos TRs em cada ângulo. Experimento Podal – Grupo Dorso.

ÂNGULO	0°	$90^\circ L$	180°	$90^\circ M$
TR (ms)	5445 ms \pm 384 ms	5586 ms \pm 408 ms	6984 ms \pm 526 ms	5790 ms \pm 409 ms

A interação entre os fatores Estímulo e Ângulo ($F(3,39)=11,44$; $p < 0,0000$) também foi significativa (Figura 10). A análise *post hoc* mostrou que para o estímulo representando a mão

direita, o TR para a orientação 180° ($7673 \text{ ms} \pm 794 \text{ ms}$) foi maior do que em todas as outras orientações e não existiu diferença entre os ângulos 90°L ($5618 \text{ ms} \pm 593$) e 90°M ($5644 \text{ ms} \pm 485\text{ms}$). Porém, para o estímulo representando a mão esquerda, não houve diferença significativa entre os ângulos, apresentando um padrão atípico.

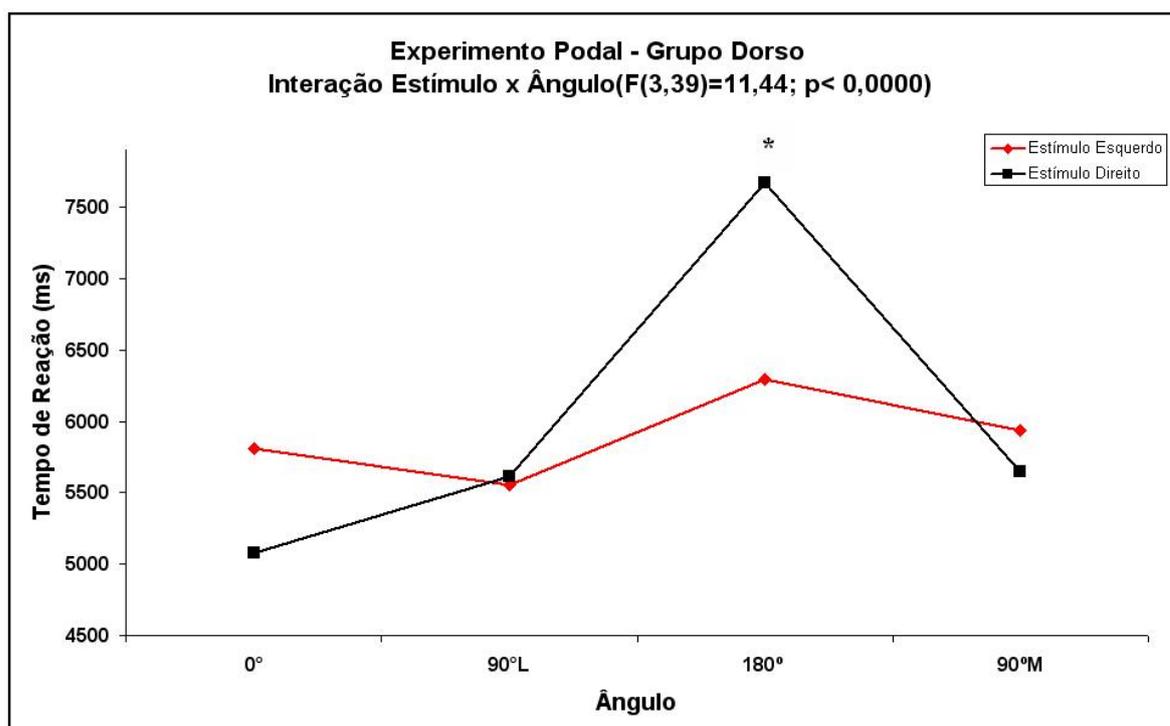


Figura 10: Gráfico representando a interação Estímulo x Ângulo sobre o TR. Experimento Podal – Grupo Dorso.

5) DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que a variação do Tempo de Reação em função do Ângulo depende da Vista em que a figura é apresentada (Vista Palmar ou Dorsal). Isto sugere que a exploração háptica de uma figura representando uma parte do corpo (mão) evoca um processo

de simulação mental que é influenciada por parâmetros biomecânicos que restringem o movimento real.

Os resultados do experimento podal reproduziram os resultados do experimento vocal, mostrando que duas metodologias diferentes podem ser utilizadas na realização deste tipo de tarefa e que o fato de o experimentador executar a resposta no experimento vocal não influenciou o padrão temporal de resposta obtido. Uma variação do tempo de reação em função da vista e do ângulo ocorreu de uma maneira similar nos dois experimentos.

6) DISCUSSÃO GERAL

Os resultados mostram que a variação do Tempo de Reação ocorreu tanto em função da vista quanto da orientação do estímulo. Em ambos os experimentos (vocal e podal), para a vista da palma, houve uma diferença significativa para os TRs entre o ângulo 180° e as demais orientações. Além disso, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os TRs para os ângulos de 90°L e 90°M. Para a vista do dorso, somente a orientação 180° apresentou TR significativamente mais longo que as demais. Mas, nesta vista, não houve diferença significativa entre os ângulos 90°L e 90°M. A tarefa de reconhecimento háptico da lateralidade de partes do corpo nunca foi realizada, logo não é possível comparar diretamente nossos resultados com dados da literatura. Entretanto, podemos observar uma curva temporal similar a encontrada nas tarefas de julgamento de lateralidade de partes do corpo utilizando estímulos visuais (Parsons, 1994; Gawryszewski *et al*, 2007 Lameira *et al*, 2008).

Desta forma sugerimos, baseados na literatura pertinente e em nossos dados, que a imagética motora é utilizada durante a tarefa de reconhecimento háptico da lateralidade de figuras de mãos. Ou seja, para realizar a tarefa corretamente os voluntários simulavam

mentalmente um movimento no qual a representação mental de sua própria mão alcançasse uma posição tal qual a do estímulo apresentado.

Quando comparado com a visão, o reconhecimento de objetos exclusivamente por meio háptico é consideravelmente mais lento, principalmente devido ao tempo necessário para extrair as informações de forma seqüencial e fragmentada, para então integrá-la em uma percepção coerente (Loomis *et al*, 1991). Quanto maior o tempo necessário para alcançar o limiar perceptivo que permite inferir razoavelmente a identidade do objeto (ou para reconhecer a sua lateralidade), maior a demanda cognitiva para integrar os aspectos espacial e temporal do estímulo. (Loomis *et al*, 1991; Lederman e Klatzky, 2004, James, 2005, Scocchia *et al*, 2009).

A natureza dos estímulos que nós utilizamos força o voluntário a utilizar um padrão estereotipado para a exploração do objeto, seguindo o seu contorno. Enquanto que a exploração visual de figuras de partes do corpo permite um acesso simultâneo a diversas características do estímulo. (James, 2005). Ainda assim, apesar das grandes diferenças encontradas entre o processamento visual e o háptico, podemos sugerir que ambos os processos se baseiam nos mesmos mecanismos de simulação mental para o julgamento da lateralidade de figuras da mão.

Estudos recentes mostraram que partes do corpo, como faces (Kilgour *et al*, 2004, Kilgour e Lederman 2002, 2006), mãos e pés (Kitada *et al* 2009,) e expressões faciais de emoção (Lederman *et al* 2007) também podem ser identificadas hapticamente de maneira bastante satisfatória. Entretanto, estes estudos utilizaram objetos 3D representando partes do corpo e a exploração dos estímulos, embora seqüencial, era feita livremente, utilizando toda a mão (só não era permitido levantar o estímulo da mesa). Ou seja, nestes trabalhos, a tarefa era identificar o estímulo e não a sua lateralidade, enquanto, no nosso estudo, a tarefa era reconhecer a lateralidade dos estímulos e estes eram mais abstratos: figuras 2D com espessura

constante (0,5 mm). Além disso, como não eram estímulos naturalísticos, os voluntários tinham de construir uma imagem mental baseada no contorno da figura para identificá-la.

Kitada e colaboradores (2010) investigaram se é possível adotar uma perspectiva de terceira pessoa quando a mão humana é reconhecida hapticamente. Seus resultados mostraram que é possível adotar esta perspectiva. Entretanto, para realizar esta tarefa mais da metade dos voluntários adotaram uma estratégia que não era específica para a perspectiva de terceira pessoa, e sim uma estratégia em duas etapas: um julgamento inicial em primeira pessoa, seguido de uma inversão da representação mental para conseguir responder corretamente em TP.

Os autores sugeriram que isto ocorreu porque na exploração háptica de um objeto existe uma tendência a adotar uma referência egocêntrica com relação ao objeto. Entretanto, para adotar o ponto de vista de outra pessoa (TP) é necessário adotar uma referência allocêntrica.. As mãos apresentadas podiam estar na posição prona ou supina, entretanto, embora estudos sobre o reconhecimento de partes do corpo mostrem que as posições prona (dorso) e supina (palma) possuem diferentes propriedades biomecânicas, e que estas influenciam o resultado em tarefas que envolvem simulação mental (Parsons, 1994; Gawryszewski *et al*, 2007; Lameira *et al*, 2008), os autores não detalharam os resultados baseados nessa variável, se limitando a explorar pergunta experimental deles. No nosso estudo, não solicitamos aos voluntários que adotassem nenhuma perspectiva de observação, tampouco direcionamos o voluntário para qualquer tipo de estratégia. Ainda assim, podemos ver, através da análise do TR, que os voluntários adotaram uma perspectiva egocêntrica com relação ao estímulo.

Em resumo, sugerimos, apoiados pela variação do TR em função da vista (palma ou dorso) e da orientação da figura da mão, que a imagética motora está envolvida na tarefa de reconhecimento háptico da lateralidade de figuras de mão. A execução da tarefa acontece,

possivelmente, da seguinte forma: primeiramente, uma etapa pré-atentiva indica a provável lateralidade da figura da mão na posição canônica. Isto poderia ocorrer a partir da colocação do dedo indicador do voluntário sobre o polegar e do início da exploração. Após esta etapa seguir-se-ia a simulação mental, transformando a imagem mental gerada pelo estímulo háptico em uma representação mental da sua própria mão orientada tal qual o estímulo. Para a realização desta etapa, a imagem mental é submetida a uma simulação mental de um movimento, que é influenciada pelas características intrínsecas do esquema corporal, tais como as limitações biomecânicas das articulações. (Parsons, 1994; Berlucchi e Aglioti, 2009) A tarefa é então finalizada com a decisão consciente sobre a lateralidade do estímulo.

Todavia, a pergunta que fica em aberto para estudos futuros é se esta representação mental criada pela exploração háptica seria visual, como sugerido por Lederman e colaboradores (1990) e por Scocchia e colaboradores (2009) para estímulos não-biológicos ou se, por ser baseada na imagem mental de uma parte do corpo (mão), a simulação mental evocada seria uma representação essencialmente motora, sem necessidade de transformação modal. Nossos resultados mostram que o componente motor foi essencial para a realização da tarefa, influenciando significativamente o TR.

Uma forma possível de investigar esta questão é através do estudo da imagética motora em indivíduos cegos congênitos. De fato, indivíduos cegos, congênitos ou tardios, são capazes de realizar tarefas envolvendo simulação motora (para uma revisão ver Imbiriba *et al*, 2009), o que evidencia que as representações motoras do esquema corporal são geradas e podem ser manipuladas independentemente da presença de um componente visual. Dessa forma, a imagem mental gerada durante uma tarefa de reconhecimento da lateralidade de partes do corpo (mãos) não precisa necessariamente envolver a etapa de transformação visual do estímulo. Entretanto, até o momento, este tipo de tarefa não foi realizada em indivíduos cegos.

7) POSSIBILIDADES FUTURAS

Ao encontrarmos a confirmação da nossa hipótese abrimos uma porta para estudos futuros. Agora que sabemos que o reconhecimento háptico de partes do corpo evoca imagética motora, seria de grande importância que se seguissem estudos investigando a ativação cortical gerada pela formação da imagem mental construída através da percepção háptica. Nossos resultados indicam uma forte influência do componente motor para a realização da tarefa, entretanto, não há estudos sobre a ativação funcional do córtex motor durante a imagética motora evocada hapticamente.

A tecnologia que desenvolvemos para a realização destes experimentos também deve ser aprofundada, pois pode ser bastante valiosa para desenvolvimento de protocolos de reabilitação háptica e motora. Para isso é necessário que estudos futuros investiguem as propriedades da simulação motora evocada caso a exploração háptica ocorra em outra perspectiva (por exemplo, no plano vertical). Assim como estudos de inovação tecnológica visando a automatização do aparato experimental, e a sua possível utilização como ferramenta de *biofeedback*.

8) CONCLUSÃO

O reconhecimento háptico da lateralidade de figuras representando partes do corpo (mãos) baseia-se em uma estratégia que envolve a imagética motora. Nossos resultados apresentam um perfil temporal de variação do TR em função da vista apresentada e da orientação da mão, que sugere que representações sensório-motoras são evocadas nesse processo independentemente da modalidade sensorial utilizada. Padrões similares foram encontrados em diversos estudos sobre o reconhecimento

visual da lateralidade de partes do corpo. (Lameira *et al*, 2008, Gawryszewski *et al*, 2007, Parsons, 1994),

Os resultados dos experimentos descritos acima têm grande relevância seja do ponto de vista teórico, seja do ponto de vista de contribuição para desenvolvimento de metodologias que permitam o estudo da recuperação de pacientes com lesões centrais ou periféricas.

Do ponto de vista teórico, os resultados contribuem para uma melhor definição dos conceitos “imagem mental” e “cérebro metamodal”.

Os resultados mostram que é possível construir uma representação mental do corpo (das mãos) através da exploração háptica. A tarefa de reconhecimento háptico da lateralidade de partes do corpo complementa e dá um significado mais geral aos resultados de estudos anteriores usando estímulos visuais. Para ambas as modalidades de exploração do ambiente externo, fica evidente uma dissociação entre os processamentos de estímulos não-biológicos e de estímulos representando partes do corpo. Esta dissociação foi observada não apenas nos estudos empregando métodos comportamentais, tais como, as técnicas de Cronometria Mental, mas estão presentes também nos resultados neuropsicológicos em pacientes com lesões cerebrais e nos resultados empregando métodos sofisticados tais como fMRI e TMS.

A concepção de “cérebro metamodal” também recebe suporte dos nossos resultados, pois estes mostram que o reconhecimento da lateralidade de estímulos hápticos envolve mecanismos somato-motores implicados na imagética motora, os quais não dependem do tipo de aferência sensorial que os evocam. Ou seja, tanto a aferência visual quanto a exploração háptica ativam a imagética motora durante a tarefa de reconhecimento da lateralidade de partes do corpo.

Finalmente, os nossos experimentos permitem antever novos métodos de diagnóstico dos déficits de pacientes com lesões cerebrais e/ou periféricas, bem como novas terapias complementares às tradicionais, com o desenvolvimento de métodos de reabilitação empregando a imagética motora em pacientes com graves déficits sensoriais, tais como cegueira ou alterações somato-sensoriais devido a lesões periféricas. Para que isso seja alcançado se faz necessário que estudos complementares sejam realizados, assim como estudos voltados para a investigação de parâmetros neurais associados à tarefa.

9) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Amedi, A., Jacobson, G., Hendler, T., Malach, R., e Zohary, E. (2002). Convergence of visual and tactile shape processing in the human lateral occipital complex. *Cerebral Cortex*, 12, 1202-1212.

Amedi, A.; Stern, W.M.; Camprodon, J.A.; Bermpohl, F.; Merabet, L.; Rotman, S.; Hemond, C.; Meijer, P.; Pascual-Leone, A. (2007) Shape conveyed by visual-to-auditory sensory substitution activates the lateral occipital complex. *Nature Neuroscience*, 10, 6, 687-689.

Bear MF, Connors B, Paradiso MA (2007) *Neuroscience: Exploring the Brain* (Third Edition). Williams and Wilkins, New York, NY.

Berlucchi, G., Aglioti, S.M. (2009). The body in the brain revisited. *Experimental Brain Research*,

Cattaneo, Z., Vecchi, T., Monegato, M., Pece, A., Cornoldi, C. (2007) Effects of late visual impairment on mental representations activated by visual and tactile stimuli. *Brain Research*, 1148, 170-176.

Cooper L.A., Shepard R.N. (1975). Mental transformations in the identification of left and right hands. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 104: 48-56.

Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L., Petersen, S.E. (1991). Selective and Divided Attention during Visual Discriminations of Shape, Color, and Speed: Functional Anatomy by Positron Emission Tomography. *The Journal of Neuroscience*, 1, 9, 2393-2402.

Decety, J. (1996). Do imagined and executed actions share the same neural substrate. *Cognitive Brain Research*, 3,87-93.

Decety, J. (2006). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research* 77, 45-52.

Dellantonio, A. & Spagnolo, F.(1990) Mental rotation of tactual stimuli, *Acta Psychologica*, 73, 245–257.

Frak, V. G., Paulignan, Y., Jeannerod, M. (2001). Orientation of the opposition axis in mentally simulated grasping. *Experimental Brain Research*, 136, 120–127.

Gawryszewski, L.G., Silva-dos-Santos, C.F., Santos-Silva, J.C., Lameira, A. P., Pereira Jr, A. (2007). Mental rotation of anthropoid hands: a chronometric study. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40, 377-381.

Gerardin, E., Sirigu, A., Lehericy, S., Poline, J-B., Gaymard, B., Marsault, C., Agid, Y., and Le Bihan, D. (2000). Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cerebral Cortex*, 10, 1093–1104.

Gibson, J.J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69, 6, 477-491.

Hamilton, R.; Keenan, J.P.; Catala, M.D.; Pascual-Leone, A. (2000) Alexia for Braille following bilateral occipital stroke in an early blind woman. *NeuroReport*, 11, 237-240.

Imbiriba, L.A. ; Rodrigues, E. C. ; Joffily, S. ; Vargas, C. D. (2009). Blindness and motor imagery. In: GUILLOT A.; COLLET C. (Org.). *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*. 1 ed. Oxford: Oxford University Press.

James, T.W., James, K.H., Humphrey, G.K., & Goodale, M.A. (2005). Do visual and tactile object representations share the same neural substrate? In M.A. Heller and S. Ballesteros (Eds.), *Touch and blindness: psychology and neuroscience* (pp. 139 – 157). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

James, T.W., Humphrey, G.K, Gati, J.S., Servos, P., Menon, R.S., Goodale, M.A. (2002). Haptic study of three dimensional objects activates extrastriate visual areas. *Neuropsychologia*, 40, 1706-1714.

James W., Principles of Psychology, Harvard University Press, Cambridge second ed., Dover, New York, 1950 (first edition, 1890).

Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 187-245.

Jeannerod, M. (1997) Neural mechanisms underlying representations for action. In : *Handbook of Neuropsychology*, F. Boller and J. Grafman (Eds), Amsterdam, Elsevier, pp 167-183.

Jeannerod, M. (2001). Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*, 14, S103–S109.

Jeannerod, M. (2006). The origin of voluntary action. History of a physiological concept. *Comptes Rendus Biologies*, 329, 354–362.

Kilgour, A., Lederman, S. (2002). Face recognition by hand. *Perception & Psychophysics*, 64, 3, 339-352.

Kilgour, A., Servos, P., James, T. & Lederman, S.J. (2004). Haptic face recognition: an fMRI study. *Brain and Cognition*, 54, 2, 159-161.

Kilgour, A. & Lederman, S.J. (2006). A haptic face-inversion effect. *Perception*, 35, 921-931

Kitada, R., Johnsrude, I., Kochiyama, T. & Lederman, S.J. (2009). Functional specialization and convergence in the occipitotemporal cortex supporting haptic and visual identification of human faces and body parts: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21,10, 2027-2045.

Kitada, R., Dijkerman, H. C., Soo, G. & Lederman, S.J. (2010). Representing human hands haptically or visually from first-person versus third-person perspectives. *Perception*, 39, 236-254.

Klatzky, R. L.& Lederman, S J. (2003) Representing spatial location and layout from sparse kinesthetic contacts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 29(2), 310-325.

Lameira, A.P., Guimarães Silva, S , Werneck-Galvão, C. , Pereira Jr A., Gawryszewski, L.G. (2008). . Recognition of hand shape drawings on vertical and horizontal display. *Psychology & Neuroscience*, 1, 35-40.

Lederman, S., Klatzky, R., Chataway, C., & Summers, C. (1990). Visual mediation and the haptic recognition of twodimensional pictures of common objects. *Perception & Psychophysics*, 47,1, 54-64.

Lederman, S.J. & Klatzky, R.L. (1998). The hand as a perceptual system. In K. Connolly (ed.) *The psychobiology of the hand*. (Capítulo 2, pp. 16-35). London: MacKeith Press

Lederman, S.J. & Klatzky, R.L. (2004) Haptic identification of common objects: Effects of constraining the manual exploration process. *Perception & Psychophysics*, 66,4, 618-628.

Lederman, S.J., Klatzky, R.L., Abramowicz, A., Salsman, K., Kitada, R., & Hamilton, C. (2007). Haptic recognition of static and dynamic expressions of emotion in the live face. *Psychological Science*, 18(2), 158-164

Lederman, S. J., Klatzky, R. L. (2009). Haptic perception: A tutorial. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 7, 1439-1459.

Loomis, J.M., & Lederman, S.J. (1986). Tactual perception. In K. Boff, L. Kaufman, & J. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*. (pp. 31-1 - 31-41). New York: Wiley.

Loomis, J.M., Klatzky, R.L., Lederman, S.J. (1991) Similarity of tactual and visual picture recognition with limited field of view. *Perception*, 20, 167-177.

Marmor, G.S. & Zaback, L.A. (1976) Mental Rotation by the Blind: Does Mental Rotation Depend on Visual Imagery? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2,4, 515-521.

Massaro, D.W. (1989). *Experimental Psychology: An Information Processing Approach*, Orlando, FL: Harcourt Brace College Publishers.

Merabet, L. B., Thut, G., Murray, B., Andrews, J., Hsiao, S., Pascual-Leone, A.(2004). Feeling by sight or Seeing by touch? *Neuron*, 42, 173-179.

Moulton S.T., Kosslyn, S.M. (2009). Imagining predictions: mental imagery as mental emulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 364, 1273–1280.

Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9,1, 97-113.

Page, S. J.; Levine, P., Sisto, S.A; Johnston, M.V. (2001). Mental Practice Combined With Physical Practice for Upper-Limb Motor Deficit in Sub-acute Stroke. *Physical Therapy*, 81, 8, 1455-1462.

Parsons, L.M. (1987). Imagined spatial transformation of one's hands and feet. *Cognitive Psychology*, 19, 178-241.

Parsons, L.M. (1994). Temporal and kinematics properties of motor behavior reflected in mentally simulated action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 709-730.

Parsons L.M., Fox P.T., Downs J.H., Glass T., Hirsch T.B., Martin C.C. (1995) Use of implicit motor imagery for visual shape discrimination as revealed by PET. *Nature*, 375, 6526, 54-58.

- Parsons, L.M., Fox, P. T. (1998). The neural basis of implicit movements used in recognizing hand shape. *Cognitive Neuropsychology*, 15, 583 – 615.
- Peelen, MV, Downing PE. (2007). The neural basis of visual body perception. *Nature reviews. Neuroscience*. 8, 8, 636-648.
- Petit, L.S., Pegna, A.J., Mayer, E., Hauert, C.A. (2003). Representation of anatomical constraints in motor imagery: Mental rotation of a body segment. *Brain and Cognition*, 51, 95-101.
- Prather, S.C., & Sathian, K. (2002). Mental rotation of tactile stimuli. *Cognitive Brain Research*, 14, 91-98.
- Rangel, M.L, Damasceno, L.A, Dos Santos Filho C.A.I. , De Oliveira, F.S, Jazenko, F, Pereira, A. Gawryszewski, L.G. (2010) Deficiência visual e plasticidade no cérebro humano. *Psicologia:Teoria e prática* 12, 1. (no prelo)
- Revesz, G. (1950). *Psychology and Art of the blind*. London: Longmans Green.
- Sacks, O.W.(1995). *Um antropólogo em Marte: sete histórias paradoxais*. Tradução Bernardo Carvalho, São Paulo: Companhia das Letras.
- Scocchia, L., Stucchi, N., Loomis, J.M. (2009). The influence of facing direction on the haptic identification of two dimensional raised pictures. *Perception*, 38(4), 606 – 612.

Sirigu A, Duhamel JR.(2001). Motor and visual imagery as two complementary and neurally dissociable mental processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*,13,7, 910-919.

Smiths, D., Collings, D., Holmes,P. (2003). Impact of mechanism of mental practice on strenght. *International Journal of Sport Pshycology*, 1 293-306.

Stevens, J.A.; Stoykov, P. (2003). Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 1090-1092.

Vargas, C.D., Oliver, E., Craighero, L., Fadiga, L., Duhamel, J.R., Sirigu, A. (2004). The Influence of Hand Posture on Corticospinal Excitability during Motor Imagery: Transcranial Magnetic Stimulation Study. *Cerebral Cortex*, 14,1200- 1206.

Yue G., Cole K.J. (1992). Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67, 5, 1114-1123.

Wolbers T., Weiller, C., Buchel, C. (2003). Contralateral coding of body parts in the superior parietal lobe. *Cerebral Cortex*, 13, 392-399.

9) ANEXOS

9.1) ANEXO 1: TERMO DE ANUÊNCIA – EXPERIMENTO VOCAL

Termo de Anuência

Você está se propondo a participar como sujeito de um estudo de avaliação do desempenho sensorial e motor, que será realizado nas dependências do Departamento de Neurobiologia da Universidade Federal Fluminense. O estudo está sendo conduzido pela fisioterapeuta Maria Luiza Sales Rangel sob orientação e supervisão do Prof. Dr. Luiz de Gonzaga Gawryszewski.

Este experimento será realizado em 2 sessões com aproximadamente 30 minutos de duração. A sessão será realizada em uma sala especialmente preparada (isolamento acústico relativo e luz indireta), não representando nenhum risco potencial para o voluntário.

Você se sentará em uma cadeira e responderá a estímulos táteis apresentados em uma plataforma a sua frente segundo as instruções do experimentador. Os estímulos serão apresentados, controlados e registrados por um microcomputador.

A participação na pesquisa é voluntária e você é livre para interromper sua participação nas sessões experimentais a qualquer momento. Ao término da sessão, o voluntário será convidado para uma discussão sobre o trabalho científico que está sendo realizado com os dados obtidos.

Eu li a proposta acima e entendi os procedimentos. Proponho-me a participar como
sujeito deste experimento.

Rio de Janeiro, _____ de _____ 200__.

Nome: _____

Assinatura: _____

9.2) ANEXO 2 – TERMO DE ANUÊNCIA – EXPERIMENTO PODAL

Termo de Anuência

Você está se propondo a participar como sujeito de um estudo de avaliação do desempenho sensorial e motor, que será realizado nas dependências do Departamento de Neurobiologia da Universidade Federal Fluminense. O estudo está sendo conduzido pela fisioterapeuta Maria Luiza Sales Rangel sob orientação e supervisão do Prof. Dr. Luiz de Gonzaga Gawryszewski.

Este experimento será realizado em 1 sessão com aproximadamente 1 hora e meia de duração. A sessão será realizada em uma sala especialmente preparada (isolamento acústico relativo e luz indireta), não representando nenhum risco potencial para o voluntário.

Você se sentará em uma cadeira e responderá a estímulos táteis apresentados em uma plataforma a sua frente pressionando as teclas de um pedal com o seu polegar (direito ou esquerdo), segundo as instruções do experimentador. Os estímulos serão apresentados, controlados e registrados por um microcomputador.

A participação na pesquisa é voluntária e você é livre para interromper sua participação nas sessões experimentais a qualquer momento. Ao término da sessão, o voluntário será convidado para uma discussão sobre o trabalho científico que está sendo realizado com os dados obtidos.

Eu li a proposta acima e entendi os procedimentos. Proponho-me a participar como
sujeito deste experimento.

Rio de Janeiro, _____ de _____ 200__.

Nome: _____.

Assinatura: _____.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)