



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BRUNO SECCO FAQUIN

**EFEITO DA ATENÇÃO SOBRE A PREFERÊNCIA LATERAL
E O APRENDIZADO DE TAREFAS MOTORAS**

Londrina
2012

BRUNO SECCO FAQUIN

**EFEITO DA ATENÇÃO SOBRE A PREFERÊNCIA
LATERAL E O APRENDIZADO EM TAREFAS MOTORAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof^o. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki

Londrina
2012

BRUNO SECCO FAQUIN

**EFEITO DA ATENÇÃO SOBRE A PREFERÊNCIA LATERAL E O
APRENDIZADO EM TAREFAS MOTORAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira
USP - São Paulo - SP

Prof. Dr. José Luiz Lopes Vieira
UEM – Maringá - PR

Londrina, ____ de _____ de ____.

Dedico este trabalho a minha mãe,
Fani, pelo constante exemplo de força,
coragem e superação.

AGRADECIMENTOS

À Deus que em sua infinita bondade e amor me concedeu a honra de concluir mais essa etapa de minha vida, sempre me amparando nos momentos de tribulação;

Às mulheres mais importantes da minha vida, minha mãe Fani, minha irmã Evelyn e a minha amada Cris, por sempre acreditarem em mim, me estimularem e acima de tudo por me amarem;

Ao meu orientador Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki, pela dedicação, respeito e comprometimento com os quais direcionou esse estudo. Obrigado pela oportunidade e principalmente pelo estímulo para seguir em frente e ir sempre além;

Ao Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira e ao Prof. Dr. José Luiz Lopes Vieira, pela leitura atenta e pelas importantes contribuições no desenvolvimento deste estudo;

Ao GEPEDAM pela infra-estrutura e materiais disponibilizados;

Aos membros do GEPEDAM e do PET pelo auxílio na coleta de dados e pelas contribuições no fechamento do projeto;

Ao Colégio Estadual Marcelino Champagnat e ao Colégio Estadual Benjamin Constant pela possibilidade de realização desta pesquisa;

À CAPES pela bolsa de estudo.

Enfim, agradeço a todos aqueles que fizeram parte diretamente ou indiretamente deste processo.

O SENHOR é o meu pastor, nada me
faltará.

Salmos 23:1

FAQUIN, Bruno Secco. **Efeito da atenção sobre a preferência lateral e o aprendizado em tarefas motoras**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

O presente estudo analisou o efeito da atenção sobre a formação da preferência lateral, o desempenho e o aprendizado em tarefas manuais. No experimento I, participaram 83 indivíduos destros com idade entre 13 e 15 divididos em quatro grupos: prática na tarefa de sequência de toque de dedos (GS); prática na tarefa sequência de toque de dedos e tempo de reação, com atenção direcionada para a tarefa de sequência de toque de dedos (GTD); prática na tarefa toque de dedos e tempo de reação, com atenção direcionada para a tarefa de tempo de reação (GTR); e, prática na tarefa sequência de toque de dedos e tempo de reação, juntamente com a tarefa de rastreamento (GRA). A tarefa de toque de dedos foi praticada com a mão esquerda e as demais tarefas com a mão direita, totalizando 180 tentativas distribuídas em 3 sessões em dias diferentes. A preferência manual específica, percepções de segurança, de conforto e de desempenho para a tarefa de toque de dedos e os desempenhos nas tarefas foram analisados no pré-teste, pós-teste, retenção I e II. O experimento II contou com delineamento semelhante, em que participaram 53 indivíduos destros com idade entre 13 e 15 anos divididos em três grupos: prática simples (G1), prática dupla com atenção direcionada para a mão esquerda (G2E) e prática dupla com a atenção direcionada para a mão direita (G2D). A tarefa utilizada foi de rastrear um círculo, que se movia aleatoriamente, utilizando o cursor do mouse. Esta tarefa foi realizada com as duas mãos simultaneamente nos grupos de prática dupla. Os resultados dos dois experimentos apontaram a melhora no desempenho e no aprendizado tanto em situação de prática simples quanto de prática dupla. Assim, em determinados contextos a aprendizagem pode ocorrer de maneira independente, ou seja, a atividade de uma mão não afetaria a aprendizagem da outra, desde que as demandas atencionais das duas tarefas não excedam os recursos atencionais necessários. A prática com a mão não-preferida resultou na melhora no desempenho e no aprendizado da mão preferida. Esse fenômeno de transferência interlateral de aprendizagem foi atribuído ao compartilhamento das redes neurais e aos fatores cognitivos inerentes à tarefa. Todos os grupos analisados mudaram sua preferência lateral específica para realizar as tarefas praticadas, independentemente de realizarem a condição de prática dupla ou simples. Esses resultados foram explicados pelas alterações nas percepções de segurança, de conforto e de desempenho em função da quantidade de prática e de atenção voltada para as tarefas.

Palavras-chave: Atenção. Aprendizagem motora. Lateralidade. Toque de dedos. Rastreamento.

FAQUIN, Bruno Secco. **Effect of attention on the lateral preference and learning in motor tasks**. 2012. 97 f. Dissertation (Master`s Degree in Physical Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

The present study analyzed the effect of attention over laterality formation, performance and learning in manual tasks. In the experiment I, 83 right-handed individuals between 13 and 15 years old were divided into four groups: practice with the finger sequence task (GS); practice of the finger sequence task and reaction time, with attention toward to finger sequence task (GTD); practice of the finger sequence task and reaction time, of attention toward to reaction time (GTR); and, practice of finger sequence task, reaction time, and tracking task. Finger sequence task was practiced with the left hand and the other tasks with the right hand, totalizing 180 trials distributed into 3 sessions in different days. The specific manual preference and the perceptions of confidence, comfort, and performance, for the finger sequence task, and the performances of the tasks, were analyzed in a pretest, posttest, and retention I and II. Experiment II had the same design of study, in which 53 right-handed participants between 13-15 years old were divided into 3 groups : single practice (G1), double practice with attention toward to the left hand (G2E), and double practice with attention toward to the right hand (G2D). The tracking of a circle, that moved randomly, with a mouse, was performed as the experiment task. This task was performed with both hands simultaneously for the groups of double practice. The results of the two experiments showed better performance and learning for both single and dual task situations. Therefore, in some contexts learning can occur in an independent manner, that is, the action of one hand would not influence the learning of the other hand, inasmuch as the atencional demands for the two tasks do not exceed the atencional resources needed. Practice with the non-preferred hand lead to a better performance and learning of the preferred hand. This phenomenon of interlateral transfer of learning was explained by the neural networks sharing and by the cognitive factors inherent to the task. All analyzed groups changed their specific lateral preference to perform the practiced tasks, independently of performing the condition of single or double task. These results were explained by the modifications in the perceptions of confidence, comfort, and performance, in function of the amount of practice and of the attention toward to the tasks.

Key words: Attention. Motor learning. Laterality. Touch of fingers. Tracking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Estrutura comparativa dos (a) modelos de filtros iniciais, (b) modelos de atenuação e (c) modelos de seleção tardia da atenção seletiva. Adaptado de Shiffrin, Craig e Cohen, (1973).....	28
Figura 2 -	Raciocínio básico subjacente ao uso do desempenho da tarefa secundária como um indicador da demanda de atenção da tarefa primária. Adaptado de Schmidt (1982).....	31
Figura 3 -	Software <i>Finger Sequence Task v.2.1</i> (OKAZAKI, 2011).....	39
Figura 4 -	Conversor analógico-digital (OKAZAKI, 2009).	40
Figura 5 -	Luva eletrônica (OKAZAKI, 2011): a) vista lateral e b) vista frontal.	40
Figura 6 -	Software <i>Tracking Task v.2.1</i> (OKAZAKI, 2008) adaptado para a tarefa de tempo de reação (sem o círculo alvo).	41
Figura 7 -	Software <i>Tracking Task v.2.1</i> (OKAZAKI, 2008).	41
Figura 8 -	Representação esquemática do arranjo da coleta de dados: a) GS e b) GTD, GTR e GRA.	42
Figura 9 -	Linha do tempo das fases experimentais.	43
Figura 10 -	Software <i>Tracking Task v.2.1</i> (OKAZAKI, 2008).	48
Figura 11 -	Representação esquemática do arranjo da coleta de dados: a) G1 e b) G2E e G2D.....	49
Figura 12 -	Linha do tempo das fases experimentais.	49
Figura 13 -	Média e desvio padrão dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).	55
Figura 14 -	Mediana e desvio quartil dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste transferência intertarefa e das de toques de dedos.....	56
Figura 15 -	Média (blocos de 10 tentativas agrupadas) do número de toque de dedos (frequência absoluta) e do tempo de reação (segundos), durante a fase de aquisição para a mão direita e esquerda.	57
Figura 16 -	Média (blocos de dez tentativas agrupadas) do índice atencional (%), durante a fase de aquisição para a mão direita e esquerda.	58

Figura 17 - Mediana e intervalo interquartil dos escores de preferência específica dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).....	59
Figura 18 - Mediana e intervalo interquartil dos escores das percepções (segurança, conforto e desempenho) dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).....	61
Figura 19 - Média e desvio padrão da variável tempo dentro do alvo dos grupos (G1, G2D, e G2E), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).....	63
Figura 20 - Média e desvio padrão da variável tempo dentro do alvo dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste transferência intertarefa (T1 e T2).....	64
Figura 21 - Média (blocos de dez tentativas) do tempo (s) em que o cursor permaneceu dentro do alvo, durante a fase de aquisição.....	65
Figura 22 - Média (blocos de dez tentativas) do índice atencional (%) durante a fase de aquisição.	66
Figura 23 - Média (blocos de dez tentativas) do índice atencional (%) normalizada em função das mãos durante a fase de aquisição.....	67
Figura 24 - Mediana e desvio quartil da variável erro absoluto dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).	68
Figura 25 - Média e desvio padrão dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste transferência intertarefas (T1 e T2).....	69
Figura 26 - Mediana e intervalo interquartil dos escores de preferência lateral específica dos grupos (G1, G2D, e G2E), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).....	70
Figura 27- Escores das percepções (segurança, conforto e desempenho) dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).	72

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - $LB_{(n)} = \{[Teste_2 - Teste_1]/7 + LB_{(n-1)}\}$	45
Equação 2 - $IA = (TD / TS) * 100$	46
Equação 3 - $LB_{(n)} = [(Pós-teste - Pré-teste)/19] + LB_{(n-1)}$	51
Equação 4 - $\sqrt{\frac{(x_{i+1} - x_{i-1})^2 + (y_{i+1} - y_{i-1})^2}{2}}$	52
Equação 5 - $IAT_{D/E} = (TD / TS) * 100$	52
Equação 6 - $IA_D = IAT_D / (IAT_D + IAT_E) * 100$	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE -	Certificado de apresentação para apreciação ética.
Cf. -	Confira.
CPDL -	Córtex pré-frontal dorsolateral.
EA -	Erro absoluto.
EEG -	Eletroencefalografia.
G1 -	Grupo prática simples.
G2D -	Grupo prática tarefa dupla atenção direcionada para a mão direita.
G2E -	Grupo prática tarefa dupla atenção direcionada para a mão esquerda.
GB -	Gigabyte.
GRA -	Grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação juntamente com a tarefa de rastreamento.
GS -	Grupo prática simples na tarefa de toque de dedos.
GTD -	Grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação com atenção direcionada para a tarefa de toque de dedos.
GTR -	Grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação com atenção direcionada para a tarefa de rastreamento.
H -	Hipótese.
IA -	Índice atencional.
LB -	Valor de desempenho da linha de base.
NTD -	Número de toques na tarefa dupla.
NTS -	Número de toques na tarefa simples.
S1 -	Sequência 1 de toques de dedos o polegar e os demais dedos na seguinte ordem, a saber: indicador, anelar, médio e mínimo.
S2 -	Sequência 2 de transferência intertarefa de toques entre o polegar e os demais dedos: mínimo, médio, anelar e indicador
S3 -	Sequência 3 de transferência intertarefa de toques entre o polegar e os demais dedos: mínimo, anelar, médio e indicador.
T1 -	Teste de transferência intertarefa 1.
T2 -	Teste de transferência intertarefa 2.
TBA -	Teste de base atencional.
TD -	Tarefa dupla.
TM -	Tempo do cursor dentro das delimitações espaciais do círculo.
TS -	Tarefa simples.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	HIPÓTESES	18
4	REVISÃO DE LITERATURA	19
4.1	EXPLICAÇÃO GENÉTICA PARA AS ASSIMETRIAS LATERAIS	20
4.1.1	Modelos de Interação Inter-hemisféricos Cerebrais	22
4.2	EXPLICAÇÃO AMBIENTAL PARA AS ASSIMETRIAS LATERAIS.....	24
4.3	ATENÇÃO: MODELOS E TEORIAS	26
4.4	PARADIGMA DA TAREFA DUPLA.....	30
4.5	ATENÇÃO E APRENDIZAGEM MOTORA.....	32
4.6	ATENÇÃO E LATERALIDADE EM TAREFAS BIMANUAIS	35
5	MÉTODOS	38
5.1	EXPERIMENTO I	38
5.1.1	Amostra	38
5.1.2	Tarefas e Instrumentos	39
5.1.3	Delineamento e Procedimentos	42
5.1.4	Variáveis de Estudo	45
5.1.5	Análise Estatística	46
5.2	EXPERIMENTO II	46
5.2.1	Amostra	46
5.2.2	Tarefas e Instrumentos	47
5.2.3	Delineamento e Procedimentos.....	48
5.2.4	Variáveis de Estudo	51
5.2.5	Análise Estatística	52
6	RESULTADOS	54

6.1	EXPERIMENTO I	54
6.2	EXPERIMENTO II	61
7	DISCUSSÃO	73
7.1	DESEMPENHO, APRENDIZADO E TRANSFERÊNCIA	73
7.2	PREFERÊNCIA LATERAL E PERCEPÇÕES DA SEGURANÇA, DO CONFORTO E DO DESEMPENHO	77
8	CONCLUSÕES	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICES	91
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO.	92
	APÊNDICE B - INVENTÁRIOS DE PREFERÊNCIA LATERAL ESPECÍFICA PARA A TAREFA DE TOQUE DE DEDOS E PERCEPÇÕES DE SEGURANÇA, DE CONFORTO E DE DESEMPENHO PARA A TAREFA DE TOQUE DE DEDOS.	94
	APÊNDICE C - INVENTÁRIOS DE PREFERÊNCIA LATERAL ESPECÍFICA PARA A TAREFA DE RASTREAMENTO E PERCEPÇÕES DE SEGURANÇA, DE CONFORTO E DE DESEMPENHO PARA A TAREFA DE RASTREAMENTO.	95
	ANEXOS	96
	ANEXO A - INVENTÁRIO ADAPTADO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO	97

EFEITO DA ATENÇÃO SOBRE A PREFERÊNCIA LATERAL E O APRENDIZADO EM TAREFAS MOTORAS

1. INTRODUÇÃO

Lateralidade refere-se aos aspectos dos seres vivos relativos aos hemisférios direito e esquerdo do corpo (TEIXEIRA, 2006). Em se tratando de habilidades motoras existem evidências de preferência por utilização de um dos lados do corpo (LEVY, 1976; BRACKENRIDGE, 1981). Brackenridge (1981) aponta que aproximadamente 90% da população mundial possuem preferência manual pela mão direita. Este alto índice de destria pode ser explicado por fatores inatos, ou seja, predisposições genéticas que geram assimetrias estruturais no sistema nervoso central, com as exceções em casos de patologias neurais que afetam um único hemisfério cerebral, ou através de fatores ambientais, tal como a extensa prática unilateral que poderia alterar a predisposição genética por necessidade de adaptação (LEVY, 1976).

Porac e Coren (1981) observaram um alto grau de ambidestria em jogadores de basquetebol de alto nível, sugerindo que este fenômeno ocorreu devido às práticas e às demandas específicas da modalidade. Porac, Coren e Searleman (1986) também analisaram seiscentos e cinquenta indivíduos com preferência lateral esquerda que passaram por situações nas quais seus pais ou seus professores os pressionaram para escrever com a mão direita. Neste estudo, foi constatado que 11% dos indivíduos passaram por tentativas de mudança de preferência lateral e, destes, aproximadamente metade efetuou a mudança de preferência. Ashton (1982) investigou as preferências manuais de mais de mil e oitocentas famílias envolvendo pais, filhos e seus ancestrais. Os resultados apontaram que a contribuição genética para a determinação da preferência manual foi de 10% a 20%, enquanto fatores ambientais responderam por 80% a 90%.

Outra explicação para a formação da preferência lateral seria que existe uma relação entre desempenho e preferência manual (PETRIE; PETERS, 1980; BISHOP, 1989). Isto é, o melhor desempenho quando utilizado determinado lado do corpo geraria maior confiança no seu uso e, conseqüentemente, maior preferência em usar este lado (PETRIE; PETERS, 1980; BISHOP, 1989). No entanto, estudos recentes têm demonstrado que a assimetria manual de

desempenho e a preferência manual são dimensões independentes do comportamento motor (TEIXEIRA; PAROLI, 2000; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; FAQUIN; OKAZAKI, 2009; CANDIDO; OKAZAKI, 2009). Teixeira e Okazaki (2007) analisaram destros que praticaram toques sequenciais entre os dedos com a mão não-preferida e verificaram que a prática com membro não-preferido aperfeiçoou o desempenho até que a simetria entre os membros ocorresse, além de demonstrar a mudança de preferência para o lado não-preferido na tarefa praticada. Assim, ainda não é claro se o desempenho é fator determinante sobre a preferência lateral em habilidades motoras. Além disso, outros fatores que também poderiam afetar o desempenho e o aprendizado, tal como a atenção, não tem sido contemplado em estudos de assimetrias e preferências laterais.

Um ponto em comum nos estudos que analisaram a mudança de preferência manual é o direcionamento da atenção para a tarefa desempenhada com o membro homólogo (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007). Tem sido consistentemente demonstrado que o direcionamento do foco de atenção para a tarefa fortalece os traços de memória representativos da tarefa a ser aprendida (SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977; WILDGRUBER, et al., 1999; KOCHA, et al., 2006). Ainda, o direcionamento da atenção associado à prática demonstra uma modulação que aperfeiçoa o recrutamento dos mecanismos executivos, isto é, a prática aumenta a tendência de um estímulo evocar automaticamente processos e respostas relevantes da tarefa (SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977; COHEN; DUNBAR; MCCLELLAND, 1990; WEISSMAN, et al., 2002). Por conseguinte, a demanda de atenção destinada para a realização da tarefa poderia ser um dos fatores determinantes na formação da preferência lateral associada ao aprendizado de uma tarefa. Uma vez que, a prática auxiliaria na construção de um modelo interno (aqui denominado de representação perceptivo-lateral-motora) que seria alocado na memória e que utilizaria diversos fatores (segurança, conforto, desempenho, etc.) para a determinação da preferência lateral.

Nesta linha de raciocínio, quando uma tarefa fosse praticada sozinha com o membro não-preferido haveria uma mudança de preferência lateral e aprendizado marcantes, conforme tem sido observado em alguns estudos (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; FAQUIN; OKAZAKI, 2009; CANDIDO; OKAZAKI, 2009). Tal fato aconteceria devido ao fortalecimento desta representação perceptivo-lateral-motora em função da prática associada ao

direcionamento de atenção. Porém, se a atenção for voltada para outra tarefa realizada concomitantemente (secundária ou probatória), não haveria uma mudança de preferência lateral e aprendizado. Deste modo, a formação da preferência lateral dependeria da quantidade de atenção que estaria disponível para fortalecer a representação perceptivo-lateral-motora na memória.

Em função dos pontos discutidos anteriormente, o presente estudo analisou o efeito da atenção sobre a formação da preferência lateral, desempenho e aprendizado em tarefas manuais. Este estudo tem potencial para contribuir no entendimento do efeito da atenção sobre aspectos relativos à lateralidade ainda não explorados em comportamento motor, tais como a formação da preferência lateral, o desempenho motor e a aprendizagem motora.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito da atenção durante a prática de tarefas duplas sobre a formação da preferência lateral, o desempenho e o aprendizado motor em tarefas manuais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Analisar o efeito da atenção durante a prática de tarefas duplas sobre a preferência lateral manual.
- 2- Analisar o efeito da atenção durante a prática de tarefas duplas sobre o desempenho motor.
- 3- Analisar o efeito da atenção durante a prática de tarefas duplas sobre a aprendizagem motora.

3 HIPÓTESES

H₁– O direcionamento da atenção exclusivo para a mão não-preferida modificará a preferência manual específica para este lado.

H₂– A divisão da atenção entre as duas tarefas praticadas não modificará a preferência manual específica.

H₃– A divisão da atenção, por meio da realização concomitante de duas tarefas durante a aquisição, ocasionará um pior desempenho e aprendizado motor em comparação à realização de apenas uma tarefa.

H₄– A realização concomitante de duas tarefas inibirá a transferência interlateral de aprendizagem.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Lateralidade tem sido expressa como o conhecimento de que existem diferenças no uso dos lados direito e esquerdo do corpo (TEIXEIRA, 2006), que podem gerar diferentes assimetrias laterais. Por exemplo, a frequência de uso de um segmento corporal em relação ao membro contralateral homólogo, pode ocasionar em assimetrias de preferência lateral e assimetrias no desempenho para a realização de habilidades motoras (TEIXEIRA; PAROLI, 2000). Por conseguinte, a lateralidade representa um fenômeno que pode ser analisado em função de suas diversas manifestações, tais como: preferência lateral e desempenho.

Usualmente ocorre uma simplificação da preferência lateral, sendo esta classificada de modo dicotômico (destro ou canhoto) com base em poucas tarefas manuais, como por exemplo, a mão utilizada para a escrita. Peters e Murphy (1992) diagnosticaram através análise discriminante utilizando um questionário de 60 itens envolvendo tarefas unimanuais, cinco categorias/níveis de preferência lateral. Assim, esses resultados apontam que a classificação da preferência lateral deve ser visto como um *continuum*, e não apenas uma distinção entre destro e canhoto. Outro fator que deve ser levado em consideração para o diagnóstico da preferência é a dimensionalidade, tais como, manualidade, podalidade, ocularidade e auricularidade (PORAC; COREN; DUNCAN, 1980), pois, nem sempre a preferência de uma das dimensões pode ser generalizada para as demais, por exemplo, um indivíduo que apresente a mesma preferência em todas as dimensões pode se dizer que há uma congruência entre as preferências, ao passo que, um indivíduo pode ser destro para tarefas manuais e canhoto para tarefas podais, este fenômeno é denominado de preferência cruzada (ARMITAGE; LARKIN, 1993).

Healey, Liederman e Geschwind (1986) investigaram a preferência manual através de um inventário contendo 55 itens, no qual, os resultados apontaram que a preferência manual varia em função das características da tarefa motora. Com o intuito de realizar um diagnóstico fidedigno da preferência lateral, alguns estudiosos vêm propondo instrumentos, tais como, o Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971), o Questionário de Annett (ANNETT, 1992) e o Teste de Crovitz-Zener (CROVITZ; ZENER, 1962) para determinar a preferência manual e mais recentemente elaborado o inventário de preferência lateral global – IPLAG (OKAZAKI; MARIM, 2010), que verifica as

diversas dimensões para gerar a preferência global do indivíduo. Um fenômeno bastante robusto da lateralidade humana é o alto grau de destria para tarefas manuais (PORAC; COREN; DUNCAN, 1980; BRACKENRIDGE, 1981; TEIXEIRA; GASPARETTO, 2002). Brackenridge (1981) apontam que aproximadamente 90% da população mundial possuem preferência manual pela mão direita. Para explicar esta maior preferência de uso da mão direita na espécie humana existem duas teorias básicas, uma baseada em princípios genéticos e a outra em fatores ambientais.

4.1. EXPLICAÇÃO GENÉTICA PARA AS ASSIMETRIAS LATERAIS

A explicação genética para o alto de grau destria parte do pressuposto que teoricamente algum componente genético promove uma assimetria entre os hemisférios cerebrais, sendo o dominante o hemisfério esquerdo sobre o direito para o controle motor na maior parte da espécie humana (ANNETT, 1978; BRYDEN, 1990; LEVY, 1976; SAINBURG, 2002;), logo, a vantagem para o lado corporal direito, uma vez que as vias de controle axiais são predominantemente cruzadas (PURVES, et al., 2001).

A maior preferência lateral para o lado direito, pode ser verificada desde recém nascidos (PETRIE; PETERS, 1980; CIONI; PELLEGRINETTI, 1982) até idosos (PORAC; COREN; DUCAN, 1980). Estudos envolvendo bebês têm uma racionalidade interessante. Afinal, quanto mais cedo forem observados comportamentos lateralizados, menor será a chance de haver influência de fatores ambientais. Sendo assim, preferências laterais e assimetrias de desempenho motor no início do processo de desenvolvimento infantil fornecem indícios da influência genética sobre a lateralidade humana.

Petrie e Peters (1980) analisaram bebês com idades entre duas e três semanas de idade. Os bebês manipularam um objeto com um sensor de força, no qual, foi identificada a preferência manual destra e houve assimetria de desempenho favorável para a mão direita na força de prensão e no tempo das manipulações. Cioni e Pellegrinetti (1982) analisaram bebês recém nascidos a termo entre dois e quatro dias de idade. Bebês em que ambos os pais eram destros demonstraram preferência de rotação da cabeça para o lado direito. Ao passo que,

bebês com pelo menos um dos pais canhoto ou ambidestro apresentaram menor frequência pela preferência lateral destra.

A predominância na preferência manual direita também foi encontrada em populações isoladas na região amazônica (BRYDEN; ARDILA; ARDILA, 1993). Deste modo, não sofrendo influência de instrumentos construídos pela civilização moderna, que na sua maioria são projetados para destros, assim, mostrando-se um fenômeno robusto da espécie humana. Essa direção bem definida das assimetrias laterais, que favorece o desempenho motor na maioria das pessoas quando as ações motoras são realizadas com a mão direita, é entendida como sendo de origem genética (BRADSHAW, 1989). Tal predominância poderia ser apenas alterada em casos de patologias neurais, por prática unilateral excessiva (LEVY, 1976), ou estresse durante o parto (BAKAN; DIBB; REID, 1973).

Em pessoas destros, por conseguinte, o hemisfério cerebral esquerdo é reconhecido como sendo especializado em funções de linguagem, pensamento analítico, processamento seriado e controle sequenciado de tarefas motoras, e o hemisfério cerebral direito é reconhecido como mais bem adaptado para pensamento interativo, processamento paralelo e análise de relações espaciais (BRYDEN, 1990). Deste modo, o genoma possuiria informações especificando o hemisfério dominante para cada função, o que seria desenvolvido ao longo da vida.

Uma das principais proposições teóricas de que fatores genéticos referem-se ao componente determinante na formação da lateralidade humana foi elaborada por Annett (1978). Esta pesquisadora propôs que, em seres humanos, a distribuição de assimetrias entre os lados do corpo possui uma forte tendência para o lado direito como consequência da ação de um gene determinando a assimetria inter-hemisférios cerebrais. Tal gene, teoricamente, promoveria a dominância do hemisfério cerebral esquerdo sobre o hemisfério direito para funções associadas ao controle motor e faz parte do genoma da grande maioria dos seres humanos. Devido a essa assimetria estrutural entre os hemisférios cerebrais, o controle com o lado direito do corpo seria favorecido em comparação com o lado esquerdo. Todavia, na ausência do gene de dominância direita, não haveria influência de fatores genéticos sobre a formação da lateralidade. Deste modo, as assimetrias interlaterais de desempenho em indivíduos que não possuam o gene de dominância direita seriam desenvolvidas ao acaso, através de influências ambientais ao longo de seu desenvolvimento.

Sainburg (2002) formulou a hipótese de dominância dinâmica, a qual postula que o hemisfério cerebral esquerdo em indivíduos destros é especializado no controle da trajetória do membro, enquanto que o hemisfério contralateral é especializado no controle da posição final do membro, em tarefa de movimentos de alcançar um alvo no espaço. Por conseguinte, tanto o lado direito quanto o esquerdo possuiriam funções específicas e geneticamente determinadas para o controle do movimento humano.

De acordo com os pontos discutidos acima, a dominância lateral direita na grande parte dos indivíduos, seria influenciada de forma superficial por fatores ambientais, deste modo, esta influência seria teoricamente responsável pelas variações na magnitude de preferências manuais em seres humanos. Por conseguinte, aspectos ambientais teriam uma influência secundária na formação de assimetrias interlaterais (YEO; GANGESTAD; DANIEL, 1993). Assim, para melhor ilustrar a dinâmica entre os hemisférios cerebrais, alguns modelos foram propostos.

4.1.1 Modelos de Interação Inter-hemisféricos Cerebrais

Existem vários modelos que tentam explicar a interação entre hemisférios, Allen (1983) em sua revisão apresentou cinco modelos de interação entre hemisférios cerebrais, a saber: Especialização Unilateral, Interação Cooperativa, Interação Negativa, Paralelismo e Alocação de Atenção.

O Modelo de Especialização Unilateral aponta que pode haver funções psicológicas localizadas exclusivamente em um dos hemisférios cerebrais. Assim, no momento em que essa função é requerida apenas o hemisfério dominante é ativado. Os teóricos deste modelo divergem quando há necessidade de classificar se uma determinada tarefa ou processamento é realizado pelo hemisfério direito ou esquerdo. O Modelo de Interação Cooperativa possui duas proposições. A proposição mais forte afirma que ambos os hemisférios têm igual capacidade processamento. Por outro lado, a outra proposição assume que ambos os hemisférios têm a mesma capacidade, porém um deles pode ser um pouco melhor para uma dada função. No Modelo de Interação Negativa os dois hemisférios operam simultaneamente, porém a relação entre ele é negativa. Deste modo, ambos os hemisférios têm a capacidade de desempenhar uma determinada função, mas em circunstâncias normais um inibe ou suprime a atividade do outro, isto ocorre

através do corpo caloso e das comissuras cerebrais ou do tronco cerebral ou ambos. No Modelo de paralelismo é assumido que os dois hemisférios cerebrais operam simultaneamente e independente um do outro, isto é, de forma não interativa. Este modelo postula que o hemisfério esquerdo processa de forma seriada enquanto o direito processa em paralelo. Por fim, no Modelo de Alocação de Atenção, ambos os hemisférios têm a mesma capacidade de processamento, mas apenas um deles é ativado por vez, por conseguinte, este modelo não é interativo e paralelo. Essa ativação unilateral acontece devido à capacidade limitada de atenção, ou seja, essa limitação faz com que recursos atencionais disponibilizem-se para um hemisfério cerebral.

Em relação aos modelos apresentados acima, o modelo de interação cooperativa aparenta ser o mais plausível. Primeiro, temos dois hemisférios cerebrais, ricamente ligados tanto subcorticalmente quanto corticalmente (ex., corpo caloso e comissuras, que juntos representam a maior porção de fibras de conexão no cérebro), ou seja, algumas dessas ligações poderiam ter funções integradoras. Em segundo lugar, os seres humanos são geralmente capazes de uma multiplicidade de tarefas motoras e perceptivas exigindo desempenho rápido, simultâneo e coordenado de ambos os lados do corpo, assim, sendo um indicativo plausível que ambos os hemisférios cerebrais estão agindo de forma simultânea e cooperativa. Por último, existem inúmeras técnicas que permitem o monitoramento simultâneo de ambos os lados do cérebro ou do corpo (escuta dicótica, estudos do campo visual, tarefas motoras bimanuais, potenciais evocados, fluxo sanguíneo dos hemisférios, etc.). Os resultados obtidos por meio dessas técnicas demonstram que ambos os lados apresentam algum tipo atividade cortical (ALLEN, 1983).

Colebatch e colaboradores (1991) forneceram suporte para este modelo por meio de um experimento no qual foram realizadas tarefas unilaterais de toques sequenciais entre os dedos, abdução do indicador, fechamento da mão e flexão do ombro. Os resultados indicaram um aumento significativo do fluxo sanguíneo em ambos os hemisférios cerebrais durante a realização da tarefa de flexão de ombro. Haaland e colaboradores (2004) analisaram a tarefa de toques entre os dedos com a mão direita e com a mão esquerda em uma sequência considerada simples (toques repetitivos) e outra complexa (toques em uma dada sequência). A análise de ressonância magnética funcional demonstrou ativação nos

dois hemisférios cerebrais independente da mão utilizada. Estes estudos apontam que ambos os hemisférios cerebrais possuem a mesma capacidade de processamento e que mesmo em tarefas unimanuais ambos são ativados, dando suporte para o modelo de interação cooperativa. Apesar de tais resultados, ainda não está completamente compreendido o papel de cada um dos hemisférios cerebrais na regulação do movimento humano. Em função da ativação nos dois hemisférios durante o controle dos movimentos, as restrições do ambiente parecem ter papel crucial na formação das assimetrias laterais.

4.2 EXPLICAÇÃO AMBIENTAL PARA AS ASSIMETRIAS LATERAIS

Em contraposição à concepção genética, Provins (1997a; 1997b) apresentou estudos que indicaram que as assimetrias laterais de desempenho seriam específicas à tarefa e nem sempre favoráveis à mão direita. Ademais, também foram fornecidas evidências do importante papel das experiências práticas no estabelecimento das assimetrias de desempenho, o que seria contrário à concepção de que a lateralidade seria determinada pela hereditariedade. Nesta racionalidade, a lateralidade no âmbito do comportamento motor é susceptível aos mesmos princípios de desenvolvimento da motricidade humana, com aperfeiçoamento ocorrendo em função de prática específica com um dado segmento corporal. Assim, o ambiente também poderia desempenhar o papel primário para o estabelecimento da preferência lateral e assimetrias interlaterais de desempenho.

Ashton (1982) investigou as preferências manuais de mais de mil e oitocentas famílias havaianas, envolvendo pais, filhos e seus ancestrais. Os resultados apontaram de 10% a 20% para a participação genética na determinação da preferência manual, enquanto fatores ambientais responderam por 80% a 90% das preferências manuais. Jancke e Steinmetz (1995) analisaram vinte pares de gêmeos monozigóticos que foram submetidos a duas tarefas motoras testadas com a mão preferida e não-preferida. Uma das tarefas constituía-se em realizar toques manuais repetidos com a máxima velocidade de movimento e a outra tarefa realizada foi de escrita exigindo velocidade e precisão de movimentos finos. Os resultados indicaram que, independentemente da concordância de preferência manual, o grau de assimetria manual de desempenho foi determinado,

principalmente, por fatores ambientais e apenas a capacidade de desempenho motor parece ter sido influenciada pela genética.

Porac, Coren e Searleman (1986) investigaram o efeito da pressão social para a mudança da preferência manual esquerda para direita em seiscentos e cinquenta adultos jovens. Os resultados mostraram que 11% dos indivíduos passaram por tentativas de mudança de preferência lateral e que destes, aproximadamente metade efetuou de fato a mudança da preferência da mão esquerda para a mão direita. Porac e Coren (1981) também observaram alto grau de ambidestria em jogadores de basquetebol de alto nível. Assim, foi sugerido que esse fenômeno ocorreu devido à prática específica da modalidade exigindo movimentos de todo o corpo e repostas rápidas com os dois lados do corpo. Trabalhos envolvendo prática unilateral, também têm demonstrado a prática como um fator determinante para a formação da preferência lateral (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; CANDIDO; OKAZAKI, 2009; FAQUIN; OKAZAKI, 2009; MATHIAS, 2011).

Teixeira e Paroli (2000) compararam e correlacionaram o índice de preferência manual com índice de assimetria de desempenho em três tarefas motoras: toques repetidos em máxima velocidade, controle de força manual, e posicionamento linear do braço. Os resultados mostraram que as diferenças de desempenho entre as mãos são específicas à tarefa e não podem ser preditas a partir da preferência lateral. Assim, tais resultados sugerem fatores da tarefa na determinação da preferência lateral.

Os estudos citados acima fornecem suporte à forte influência das restrições ambientais na lateralidade humana. Apesar das restrições ambientais atuarem fortemente na formação da preferência lateral, possivelmente, estes fatores seriam influências indiretas na formação da preferência lateral. Baseado em estudos anteriores (CANDIDO; OKAZAKI, 2009; FAQUIN; OKAZAKI, 2009), o presente trabalho parte do princípio de que a atenção seria um dos principais fatores para a determinação da preferência lateral. Em função disto, a seguir são apresentados alguns modelos e algumas teorias relacionadas à atenção para a formulação de uma proposta teórica relacionando atenção e preferência lateral.

4.3 ATENÇÃO: MODELOS E TEORIAS

William James (1890) define a atenção como a tomada de posse da mente de forma clara e vivida, de um ou de vários objetos possíveis ou linhas de pensamento que aparecem simultaneamente. Segundo Abernethy (1993), atenção é um termo global utilizado para definir vários processos que variam da concentração à vigilância. Na investigação de melhores explicações para o fenômeno da atenção os pesquisadores começaram a propor teorias. Um dos principais estímulos para o desenvolvimento de uma teoria de atenção seletiva, veio do paradigma de audição dicótica de Cherry (1953). Nesse paradigma, os participantes recebiam mensagens diferentes em cada ouvido e após foram solicitados a repeti-las verbalmente. Em uma condição foi solicitado aos participantes que prestassem atenção em ambos os ouvidos e em outras condições foram orientados a focar a atenção em apenas um ouvido. Na condição de atenção dividida os participantes conseguiram relatar aproximadamente a metade das mensagens. Quando focaram em apenas um ouvido eles conseguiram verbalizar a mensagem do ouvido focado. Porém, quando ocorria na mensagem do ouvido não focado como, por exemplo, a mudança de uma voz masculina para uma feminina, era percebida pelos participantes, sugerindo processamento preferencial desse tipo de informação. Assim, esses resultados apontam para uma capacidade limitada de atenção em que apenas uma informação é atendida por vez. Baseados, nesses resultados surgiram a teorias, na quais, a atenção era considerada como um mecanismo do tipo filtro, denominadas de “teorias de canal único”.

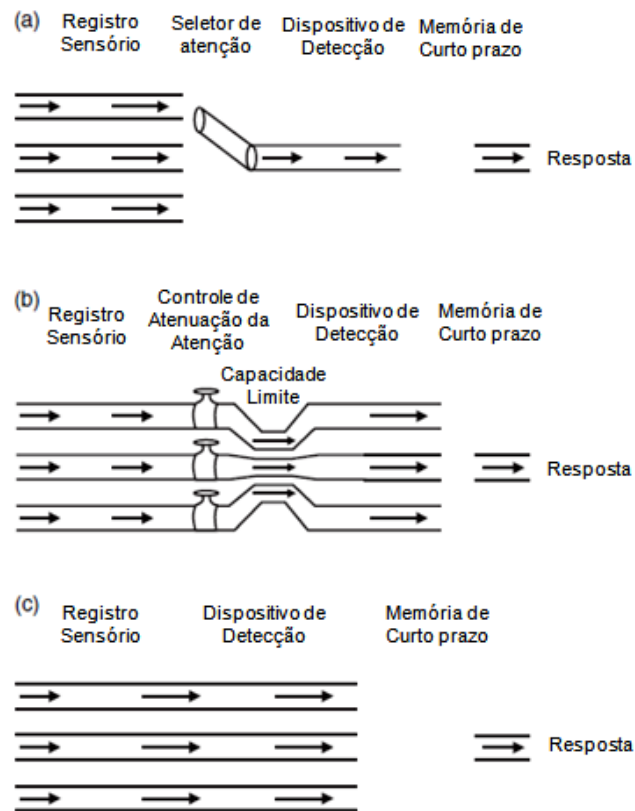
Os adeptos dessa teoria consideravam que o fluxo de informação transcorria em paralelo no nível pré-atencional até a chegada do filtro para adentrar no nível atencional, no qual, atenção é tida como um canal único de capacidade fixa, que processa as informações de maneira seriada e quando essa capacidade fosse igualada ou ultrapassada pelas exigências da tarefa, ocorreria um declínio no desempenho motor (WELFORD, 1952; BROADBENT, 1958; DEUTSCH; DEUTSCH, 1963; TREISMAN, 1969).

A principal divergência entre as teorias de canal único era a localização do filtro (cf. Figura 1). Broadbent (1958) propôs um modelo de filtro de atenção, como ‘gargalo’ (filtro) localizado no início da sequência de processamento e com base nas propriedades físicas dos diferentes estímulos. Deutsch e Deutsch

(1963) colocaram que o filtro se encontrava mais a frente dentro do processo de seleção. Treisman (1969) defendeu um modelo de atenuação de atenção que propôs uma série de testes (o primeiro com base em propriedades físicas dos estímulos, o segundo com base em padrões de estímulo coletivo, e o terceiro com base na semântica), com informações irrelevantes sendo progressivamente atenuadas em cada um desses níveis de análise. O modelo de atenuação difere fundamentalmente a partir dos modelos de filtro em que se propunha que (a) seleção é baseada em elementos adicionais para as propriedades físicas simples dos estímulos de entrada e (b) as análises de orientação na seleção dos estímulos para posterior processamento ocorrem de forma contínua em vez de discreta.

As teorias descritas acima, entretanto, não conseguiram apontar com precisão o local do filtro. Abernethy (1993) em oposição à idéia de um filtro fixo postula que a posição do filtro é flexível. Assim, o filtro seria dependente do tipo da tarefa a ser realizada, além de poder existir vários filtros em função das combinações da tarefa e das estratégias adotada pelo indivíduo. Embora não haja um consenso entre os autores citados acima sobre o posicionamento do filtro, eles concordam que atenção é caracterizada por apresentar capacidade limitada e processamento de informação de modo seriado (ABERNETHY, 1988).

Figura 1 - Estrutura comparativa dos (a) modelos de filtros iniciais, (b) modelos de atenuação e (c) modelos de seleção tardia da atenção seletiva. Adaptado de Shiffrin, Craig e Cohen, (1973).



A inconsciência dos dados experimentais na suposta localização do filtro no processamento de informação levou Kahneman (1973) a sugerir que os processos cognitivos e atencionais eram mais flexíveis do que os modelos de canal único postulavam. Kahneman (1973) propôs a teoria da capacidade variável de atenção, na qual, a atenção deveria ser vista como um único reservatório finito de capacidade de processamento, sendo que, essa capacidade pode ser subdividida entre duas tarefas concorrentes e alocadas de qualquer maneira que o indivíduo escolher. Outra questão que o autor aponta é quanto à interferência estrutural, esta ocorre quando as duas tarefas concorrem pelo mesmo específico estímulo (“*input*”) ou resposta (“*output*”) de processamento, por exemplo, em casos que ambas as tarefas requerem simultaneamente o uso do aparelho fonador. Assim, um indivíduo poderia realizar duas tarefas simultaneamente sem que ocorresse um declínio no desempenho, desde que não tenha interferência estrutural e que as demandas atencionais nas duas tarefas não ultrapassem o limite do reservatório. Dois indicativos fornecem suporte para essa concepção da atenção, o primeiro é de que o

indivíduo é capaz de avaliar a atenção requerida para realizar cada tarefa e o segundo é que ele consegue alocar a atenção em função da tarefa que julga ser mais importante.

Uma teoria alternativa foi proposta por Navon e Gopher (1979) intitulada de Teoria de recursos múltiplos. Nesta teoria, a atenção não é vista como um reservatório ou recurso único, mas como um conjunto de recursos, sendo cada um com as suas capacidades específicas de processamento. Deste modo, apenas ocorreria um prejuízo no desempenho motor se as tarefas compartilhassem do mesmo recurso.

Em nosso cotidiano pode ser observado que a realização de uma tarefa demanda um grande empenho e concentração, mas em outras vezes parece não demandar tanto empenho e concentração. Esta visão reflete a distinção entre processamento controlado e automático respectivamente (SCHNEIDER; SHIFFRIN, 1977; SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977), ficando conhecida como teoria da automatização. Essa teoria se diferencia das teorias de filtro e capacidade flexível, pois ela entende que o uso dos recursos atencionais como um *continuum* entre dois extremos, a saber, o processamento controlado e o processamento automático.

O processamento controlado é caracterizado por processamento seriado, lentidão de processamento, intencionalidade e queda do desempenho quando realizadas tarefas simultâneas. Um exemplo seria uma pessoa que recentemente aprendeu a dirigir um carro, ela não consegue conversar com o passageiro, tem que desligar o som e só dirigir em locais com pouco fluxo de carros. Já o processamento automático tem como característica o processamento em paralelo, rapidez de processamento, independe da intencionalidade e não tem um detrimento no desempenho quando realizadas tarefas simultaneamente. Um exemplo seria um motorista experiente que conversa com o passageiro, mexe no aparelho de som e dirige em qualquer contexto. Nesta linha de raciocínio, esta teoria aponta uma relação inversamente proporcional entre quantidade de prática e demanda atencional, isto é, quanto mais prática melhores serão os desempenhos e, conseqüentemente é reduzida a quantidade de atenção necessária para a realização da tarefa.

Os estudos sobre atenção apresentam uma forma peculiar de análise da demanda de atenção, nos quais, o método mais utilizado e aceito na

literatura é o paradigma da tarefa dupla. A seguir será apresentada a lógica deste método.

4.4. PARADIGMA DA TAREFA DUPLA

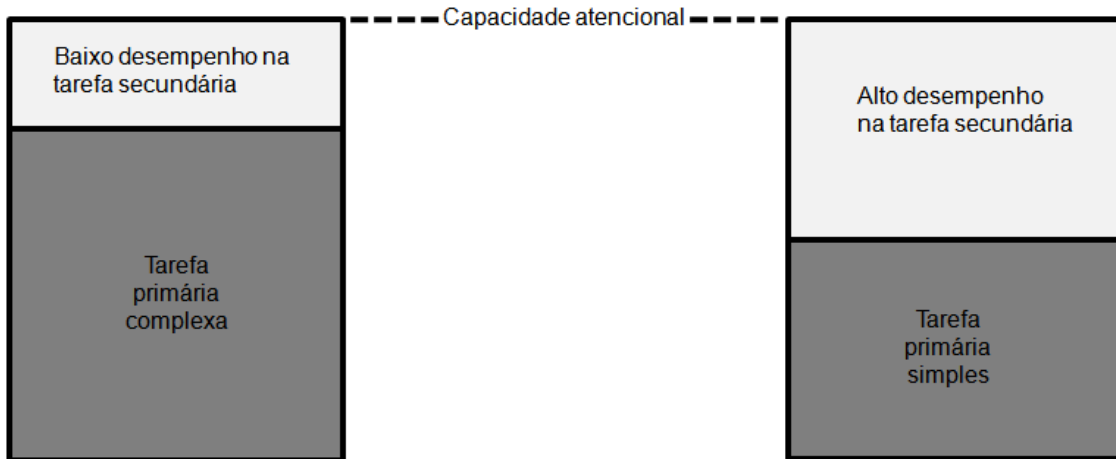
A avaliação da demanda atencional de tarefas específicas requer a implementação de medidas que cumpram vários critérios, mais especificamente, as medidas devem ser sensíveis às flutuações na disponibilidade de recursos atencionais, seletiva em termos de exigir apenas as estruturas de interesse, discreta no sentido de não interferir com a tarefa de interesse, diagnóstica no sentido de ser capaz de identificar recursos que estão sendo utilizados e confiável (SHERIDAN; STASSEN, 1979).

Vários métodos foram utilizados para avaliar a demanda atencional de diferentes tarefas (OGDEN; LEVINE; EISNER, 1979; WICKENS, 1992), no qual, o mais utilizado tem sido o paradigma de tarefas duplas. Esse método como o próprio nome diz, envolve a realização de duas tarefas simultaneamente, sendo uma tarefa primária (ou principal) na qual se deseja avaliar a demanda atencional e uma secundária (ou probatória) em que são avaliadas as mudanças no desempenho, a partir desta medida pode ser fazer inferências na demanda atencional da tarefa primária.

De acordo com Abernethy (1988), o desempenho nas duas tarefas pode ser alterado dependendo da instrução fornecida. Os indivíduos podem ser orientados a priorizar a tarefa primária ou podem ser orientados a desempenhar ambas as tarefas da melhor forma que puderem, assim, induzidos a alternar e/ou dividir a sua atenção entre as duas tarefas.

Na primeira situação de instrução, o indivíduo procura manter o seu desempenho na situação de tarefa dupla semelhante à situação de tarefa única, um declínio no desempenho da tarefa secundária indica que uma parte da atenção está sendo utilizada para realizar a tarefa principal. Logo, um baixo desempenho na tarefa secundária aponta uma alta demanda atencional por parte da tarefa primária, ao passo que, um alto desempenho na tarefa secundária indica uma baixa demanda atencional na tarefa primária (cf. figura 2). Todavia, na segunda situação em que atenção é dividida e/ou alternada, uma alta demanda de atenção em uma tarefa implicará no declínio simultâneo de desempenho da outra tarefa.

Figura 2 - Raciocínio básico subjacente ao uso do desempenho da tarefa secundária como um indicador da demanda de atenção da tarefa primária. Adaptado de Schmidt (1982).



Um fator a ser levado em consideração, no paradigma de tarefa dupla, é se a tarefa secundária será de natureza contínua ou discreta. Um exemplo de estudo envolvendo tarefa secundária contínua foi conduzido por Masters (1992) em que a tarefa primária constituía em realizar uma tacada do golfe e a secundária foi a de gerar letras do alfabeto de modo randômico. As tarefas contínuas têm a vantagem de exigir recursos atencionais durante a realização de toda a tarefa primária e a dificuldade dela pode ser sistematicamente manipulada para fornecer uma magnitude de carga atencional desejada. Entretanto, tarefas contínuas são limitadas para identificar a flutuação atencional em fases específicas da tarefa primária.

Por outro lado, tarefas secundárias discretas são utilizadas quando se deseja verificar a demanda de atenção em determinado instante da tarefa primária. A tarefa discreta mais utilizada para este tipo de análise é o tempo de reação. Dentro desta lógica, alguns estudos envolvendo movimento linear simples (tarefa primária) e tempo de reação (tarefa secundária) têm demonstrado que algumas fases do movimento como a pré-programação (ELLS, 1973; GLENCROSS, 1980), iniciação (POSNER; KEELE, 1969; ELLS, 1973) e correções de erro (POSNER; KEELE, 1969; ZELAZNIK; SHAPIRO; MCCLOSKEY, 1981), demanda mais atenção do que outras fases. Assim, também é necessário ter conhecimento da fase do movimento de interesse da tarefa primária para a análise da atenção por meio de tarefa discreta probatória. Ademais, a análise da demanda de atenção por

meio de tarefa discreta também não assegura a troca que pode ocorrer da atenção em diferentes instantes de realização da tarefa primária (ABERNETHY, 1988).

4.5 ATENÇÃO E APRENDIZAGEM MOTORA

No cotidiano, existe uma grande quantidade de tarefas que exigem dos indivíduos a alocação eficiente da atenção (CSIBRA; JOHNSON; TUCKER, 1997). Desta forma, focar a atenção em um único estímulo, dividir atenção entre dois ou mais estímulos, mudar a direção da atenção de um estímulo para outro e ignorar estímulos irrelevantes, são tarefas difíceis de serem realizadas. Embora, a maior parte do tempo, senão todo o tempo, os indivíduos realizam tarefas simultaneamente. À medida que os indivíduos se tornam habilidosos, esta característica de controlar voluntariamente dois ou mais movimentos simultaneamente torna-se ainda mais evidente (SCHNEIDER; SHIFFRIN, 1977; SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977; LEAVITT, 1979; ABERNETHY, 1988; SMITH; CHAMBERLIN, 1992; BEILOCK; CARR; MACMAHON; STARKES, 2002; BEILOCK; WIERENGA; CARR, 2002).

Leavitt (1979) comparou jogadores novatos e experientes de *hockey* no gelo. Os participantes tiveram que realizar a tarefa de esquiando conduzindo um disco com o taco, realizando o movimento de *slalom* (zig-zag). Durante a condição de tarefa dupla, eles tiveram que realizar uma tarefa secundária de identificação de figuras geométricas que foram projetadas em uma tela. Os resultados demonstraram que a tarefa secundária requerida não afetou o desempenho na tarefa de esquiando e de rebater nos experientes. No entanto, a velocidade da patinação foi reduzida para os jogadores novatos quando estes tiveram que desempenhar a tarefa secundária.

Outro estudo mostrando resultados similares foi conduzido por Smith e Chamberlin (1992) com uma tarefa de drible do futebol. Jogadores experientes de futebol, driblando uma bola entre vários cones, não foram prejudicados quando tiveram que desempenhar uma tarefa de monitoramento visual simultaneamente. Por outro lado, jogadores novatos apresentaram um claro declínio no desempenho durante a realização de tarefa dupla, quando comparados com a condição em que desempenharam apenas a tarefa de drible.

Abernethy (1988) demonstrou que jogadores novatos de badminton cometeram mais erros quando tiveram que reagir a um estímulo auditivo probatório

durante um jogo, fato que não aconteceu com os experientes. Portanto, estes estudos em conjunto (LEAVITT, 1979; SMITH; CHAMBERLIN, 1992; ABERNETHY, 1988) corroboram que a prática pode auxiliar na alocação da atenção em tarefas sendo realizadas simultaneamente e apontam uma relação inversa entre quantidade de prática e demanda atencional. Assim, quanto mais prática, melhores serão os desempenhos e, conseqüentemente, é reduzida a quantidade de atenção necessária para a realização da tarefa. Ademais, alguns estudos têm apontado que a aprendizagem ocorre mesmo em situações de tarefa dupla durante a aquisição (WULF; MCNEVIN; SHEA, 2001; ANDRES, et al., 1999; DEBAERE, et al., 2004; FAQUIN; OKAZAKI, 2009; CANDIDO; OKAZAKI, 2009; TCHEANG et al., 2007; HOWARD; INGRAM; WOLPERT, 2010).

Debaere e colaboradores (2004) analisaram indivíduos aprendendo uma tarefa de coordenação bimanual (flexão e extensão de punho com uma relação de atraso em 90°). Os resultados de desempenho demonstram que os indivíduos aprenderam a tarefa. A análise da ressonância magnética funcional demonstrou uma série de alterações na ativação encefálica, com destaque para a região do córtex pré-frontal dorsolateral (CPDL), que diminuiu a sua ativação ao longo da aprendizagem. Os autores atribuíram tais alterações na ativação devido à transição de grande exigência atencional para o desempenho da tarefa no início da aprendizagem, envolvendo o processamento da informação sensorial e planejamento de ações corretivas, passando para o desempenho automático baseado em representações de memória e controle antecipado.

Wulf e colaboradores (2001) conduziram um estudo, no qual a tarefa principal foi de equilíbrio em uma plataforma instável e a secundária (probatória) foi tempo de reação simples. Os participantes foram divididos em dois grupos, sendo um orientado a focar a sua atenção nos pés tentando mantê-los na horizontal (foco interno) e o outro grupo foi orientado a focar sua atenção em marcações na plataforma (foco externo). Os resultados apontaram que ambos os grupos, mesmo tendo que realizar duas tarefas concomitantes durante a fase de aquisição, apresentaram melhora no desempenho e aprendizado, independente da estratégia de foco atencional utilizada.

Em um estudo utilizando eletroencefalografia de superfície (EEG), Andres e colaboradores (1999) dividiram os participantes em dois grupos. Um grupo realizou prática unimanual de sequencia de toque de dedos e outro praticou com

ambas as mãos, sendo que as sequencia eram diferentes para cada mão. Os resultados da EEG apontaram uma elevada interação entre os hemisférios cerebrais durante a fase inicial de aquisição de uma tarefa motora bimanual, mas com o decorrer da aprendizagem esta interação diminui. O corpo caloso é a principal fonte de comunicação entre os hemisférios cerebrais, assim, esses resultados contribuem para explicar o motivo pelo qual indivíduos com o corpo caloso seccionado apresentam dificuldade para desempenhar habilidade bimanuais novas, mas não em habilidade previamente aprendidas. Ademais, resultados de desempenho demonstraram que ambos os grupos aprenderam independente de realizar prática dupla ou simples.

Uma explicação plausível para aprendizagem ocorrer mesmo em situações em que a atenção tem que ser dividida entre duas tarefas foi proposta por Tcheang e colaboradores (2007). Estes autores realizaram um estudo em que a tarefa constitui em posicionar uma manopla em pontos pré-determinados. Os participantes foram divididos em seis grupos experimentais que realizavam esta tarefa unimanualmente (tarefa simples) e outros bimanualmente (tarefa dupla) e, dependendo do grupo experimental, eram submetidos às perturbações extrínsecas por um campo de força no sentido horário ou anti-horário. Os grupos foram: G1 →unimanual mão direita com perturbação horária; G2 →unimanual mão esquerda com perturbação horária; G3 →bimanual, ambas as mãos com perturbação horária; G4 →bimanual, sendo que, a mão esquerda com perturbação anti-horária e a mão direita horária; G5 →bimanual, no qual, a mão esquerda não sofreu perturbação e a mão direita com perturbação horária; e, G6 →bimanual, com perturbação horária para a mão esquerda e a mão direita sem perturbação. Os resultados não apontaram nenhuma inferência ou facilitação durante a aprendizagem bimanual simultânea. Ou seja, a aprendizagem em ambos os braços, preferido e não-preferido ocorreu de forma independente mesmo que o outro braço estivesse simultaneamente exposto ao campo de força igual, ou contrário, ou sem campo de força. Estes resultados sugerem que o aprendizado nos dois braços ocorre de maneira independente.

Dando continuidade ao estudo acima citado, Howard, Ingram e Wolpert, (2010) realizaram um estudo com delineamento e tarefa semelhantes. No entanto, eles constataram que esta independência de aprendizado entre os braços, foi susceptível ao contexto da tarefa. Para explicar esses resultados, os autores

propuseram que a representação de movimentos bimanuais pode ser parcialmente separada dependendo do contexto da tarefa, ou seja, resultando em uma aprendizagem independente. Por conseguinte, em alguns contextos a atividade de um membro não influenciaria na aprendizagem do outro. Apesar deste posicionamento dos autores, ainda não é claro em quais contextos e tarefas este aprendizado ocorreria de forma independente entre diferentes segmentos.

4.6. ATENÇÃO E LATERALIDADE EM TAREFAS BIMANUAIS

A preferência manual em tarefas de coordenação bimanual tem mostrado influência sobre o desempenho, ou seja, há uma relação entre a preferência manual e o desempenho para estas tarefas. Entretanto, essas assimetrias podem ser minimizadas ou maximizadas pelo foco atencional a uma das mãos (PETERS, 1994; TREFFNER; TURVEY, 1995; SWINNEN; JARDIN; MEULENBROEK, 1996; AMAZEEN; AMAZEEN; TREFFNER; TURVEY, 1997; RILEY; AMAZEEN; AMAZEEN; TREFFNER; TURVEY, 1997; SHERWOOD; RIOS, 2001; PELLEGRINI; ANDRADE; TEIXEIRA, 2004).

Amazeen e colaboradores (1997) analisaram a tarefa bimanual de deslocamento de pêndulos (alavancas fixadas por um eixo com um peso na extremidade inferior) na direção ântero-posterior com relação espaço-temporal de 1:1. Os resultados apontaram que as duas mãos tiveram desempenho com maior semelhança (maior acoplamento) quando a atenção foi direcionada para a mão não-preferida, porém, foi constada uma maior estabilidade quando a atenção direcionada para a mão preferida. Riley e colaboradores (1997), também utilizando uma tarefa bimanual de movimentar pêndulos, na qual, verificaram que a assimetria lateral de desempenho é aumentada quando a atenção é dirigida para a mão preferida e reduzida quando dirigida para a mão não-preferida e esse efeito de assimetria é potencializado em altas frequências.

Pellegrini, Andrade e Teixeira (2004) constaram que preferência manual e a atenção afetam o desempenho de crianças em tarefas bimanuais, sendo o seu efeito semelhante ao encontrado em adultos. Quando a atenção era destinada para a mão preferida, durante a realização da tarefa de contatar alvos retangulares (tarefa adaptada de Fitts realizada em 1954), ocorreu um aumento na diferença temporal entre as mãos. Ao passo que, quando a atenção foi direcionada para a

mão não-preferida esta diferença entre o desempenho das mãos diminuiu, demonstrando maior acoplamento temporal entre os lados.

Uma explicação para os resultados dos estudos acima citados foi proposta por Swinnen, Jardin e Meulenbroek (1996). De acordo com estes autores, a atenção facilitaria o acoplamento entre as fontes de estímulos aferentes e de resposta motora, mesmo sendo o sistema de controle do membro preferido capaz de realizar ajustes mais finos na realização do movimento do que o membro não-preferido.

Uma questão a ser destacada é que quando era proporcionada a possibilidade de escolha de direcionamento de atenção da mão, os indivíduos, de modo geral, escolhiam a mão preferida (PETERS, 1994; SWINNEN; JARDIM; MEULENBROEK, 1996). Ademais, estudos que analisaram a mudança de preferência lateral em função da prática (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007) têm em comum o direcionamento da atenção para o lado que realizou a prática unilateral. Desta forma, parece haver certa relação entre a quantidade de atenção e a formação da preferência lateral (CANDIDO; OKAZAKI, 2009; FAQUIN; OKAZAKI, 2009). De fato, Candido e Okazaki (2009) analisaram 30 adultos jovens destros divididos em três grupos: prática principal, prática principal mais secundária e controle. A tarefa motora principal consistiu em perseguir um alvo que se movia em uma tela de um computador utilizando um mouse com a mão não-preferida. A tarefa motora secundária consistiu em realizar movimentos de toques sequenciais entre os dedos com a mão preferida. Os resultados demonstraram que apenas houve mudança de preferência lateral para o grupo que obteve a atenção dirigida à tarefa primária praticada (CANDIDO; OKAZAKI, 2009). Desta forma, foi sugerido que a demanda de atenção dirigida para a tarefa praticada também auxilia na formação da preferência lateral específica para a tarefa praticada.

De fato, tem sido sugerido que o direcionamento da atenção pode fortalecer os traços de memória representativos para a tarefa praticada (SHIFFRIN & SCHNEIDER, 1977; WILDGRUBER, et al., 1999; KOCHA, et al., 2006). A atenção associada à prática também demonstra uma modulação que aperfeiçoa o recrutamento dos mecanismos executivos, deste modo, aumentando a tendência de um estímulo evocar automaticamente processos e respostas relevantes da tarefa (SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977; COHEN; DUNBAR; MCCLELLAND, 1990; WEISSMAN, et al., 2002). Por conseguinte, a demanda de atenção destinada para a

realização da tarefa poderia ser um dos fatores determinantes na formação da preferência lateral associada ao aprendizado de uma tarefa. Uma vez que, a atenção auxiliaria na consolidação de uma representação perceptivo-lateral-motora, que seria alocada na memória e que utilizaria diversos fatores (segurança, conforto, desempenho, etc.) para a determinação da preferência lateral.

A representação perceptivo-lateral-motora, proposta no presente estudo, seria uma estrutura armazenada na memória, dependente da percepção sobre as restrições que atuam sobre o sistema (interação indivíduo-ambiente-tarefa) responsável pela preferência lateral para a realização de uma determinada tarefa motora. A percepção teria papel fundamental para o julgamento dos diversos fatores que poderiam influenciar na escolha da preferência (desempenho, conforto, segurança, etc.). A atenção, por sua vez, seria um dos principais responsáveis por fortalecer esta representação na memória e, assim, consolidar o fortalecimento de uma determinada preferência lateral.

5 MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos para atender ao objetivo central do estudo. O Experimento I utilizou como tarefa primária uma tarefa de sequência de toques de dedos e uma tarefa secundária de tempo de reação simples e rastreamento utilizando um mouse de computador. A tarefa primária deste experimento foi selecionada por possuir alguns estudos que analisaram esta tarefa com monitoramento de atividade cerebral. O Experimento II utilizou a mesma tarefa de rastreamento do Experimento I, esta tarefa foi utilizada como tarefa primária e secundária. Por conseguinte, durante seu desempenho as tarefas demandaram os mesmos recursos atencionais. Além disso, como a tarefa de rastreamento é uma habilidade classificada como ambiente aberto, ela possui grande dependência de feedback visual para sua realização. Esta dependência do feedback visual foi importante para o controle da demanda de atenção nos experimentos.

5.1 EXPERIMENTO I

5.1.1 Amostra

A amostra foi constituída por 83 indivíduos com idade entre 13 e 15 anos do sexo masculino e feminino, dividida pseudoaleatoriamente em quatro grupos, contrabalançando para o fator sexo: Grupo prática simples na tarefa de toque de dedos (GS; n=19); grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação com atenção direcionada para a tarefa de toque de dedos (GTD; n=22); grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação com atenção direcionada para a tarefa de tempo de reação (GTR; n=21); e grupo prática dupla na tarefa toque de dedos e na tarefa de tempo de reação juntamente com a tarefa de rastreamento (GRA; n=21).

Apenas participantes que apresentaram preferência lateral direita no Inventário de preferência manual de Edimburgo (OLDFIELD, 1971) em sua versão adaptada (cf. TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007) e na preferência lateral direita específica para a tarefa de toque de dedos foram utilizados no estudo. Antes do início dos testes todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos experimentais do estudo foram

aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Parecer nº 217/10, CAAE nº 0199.0.268.000-10, Folha de Rosto nº 368571).

5.1.2. Tarefas e Instrumentos

Na tarefa de sequência de toques de dedos, os participantes realizaram com a mão não-preferida (esquerda) toques alternados entre o polegar e os demais dedos na seguinte ordem: indicador, anelar, médio e mínimo (S1). Os participantes foram instruídos a realizar o maior número possível de toques alternando os dedos durante 10 segundos. Como transferências intertarefa foram utilizadas mais duas sequências de toques entre o polegar e os demais dedos: a) mínimo, médio, anelar e indicador (S2) e b) mínimo, anelar, médio e indicador (S3). Para a tentativa ser considerada válida não foi permitido mais que três erros na ordem especificada de sequência dos toques dos dedos em cada tentativa. Para a análise da tarefa de toque de dedos, foi utilizado o software *Finger Sequence Task v.2.1* (OKAZAKI, 2011; cf. Figura 3), notebooks (processador acima de Dual Core, memória acima de 1GB, das marcas ACER, CCE, Toshiba e HP), acoplados a um conversor analógico-digital (OKAZAKI, 2009; cf. Figura 4) que recebe o sinal de uma luva eletrônica (OKAZAKI, 2011; cf. Figura 5) que quantificou as variáveis dependentes da tarefa.

Figura 3 - Software *Finger Sequence Task v.2.1* (OKAZAKI, 2011).

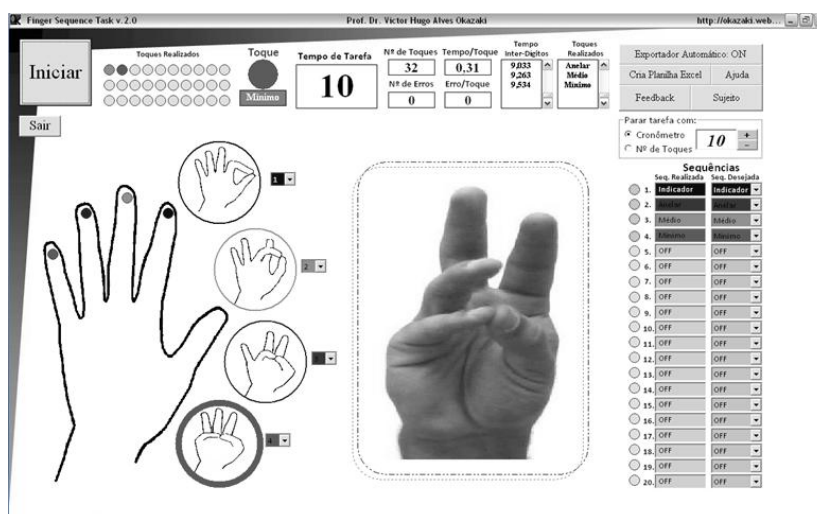


Figura 4 - Conversor analógico-digital (OKAZAKI, 2009).

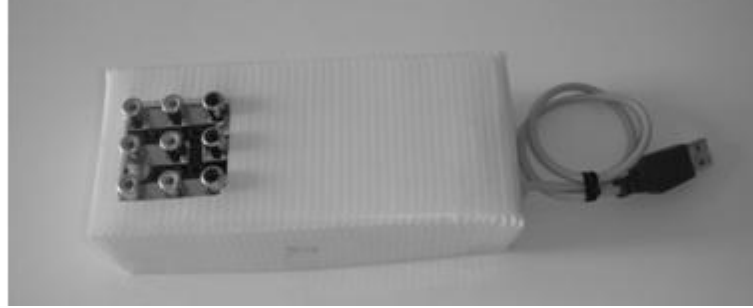
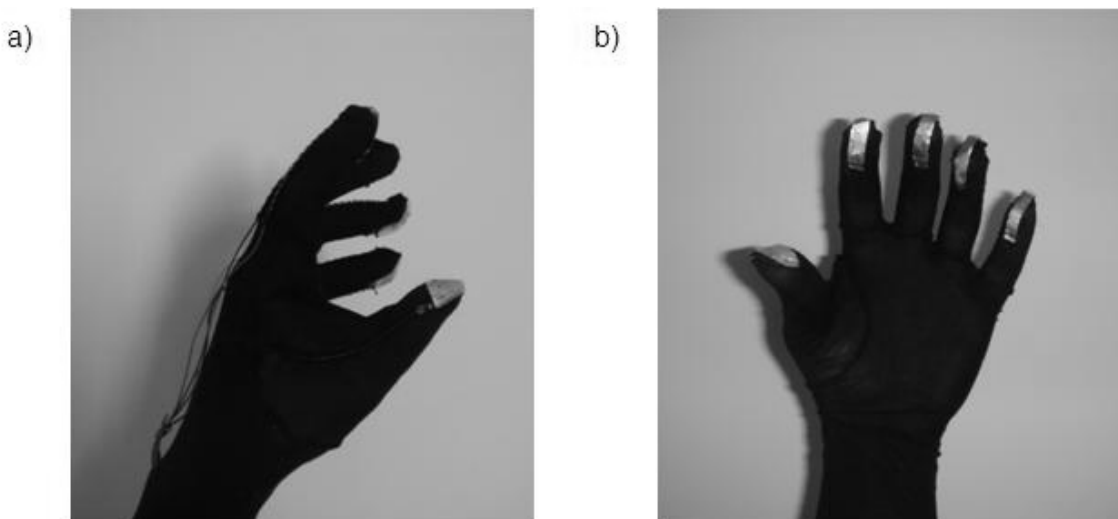
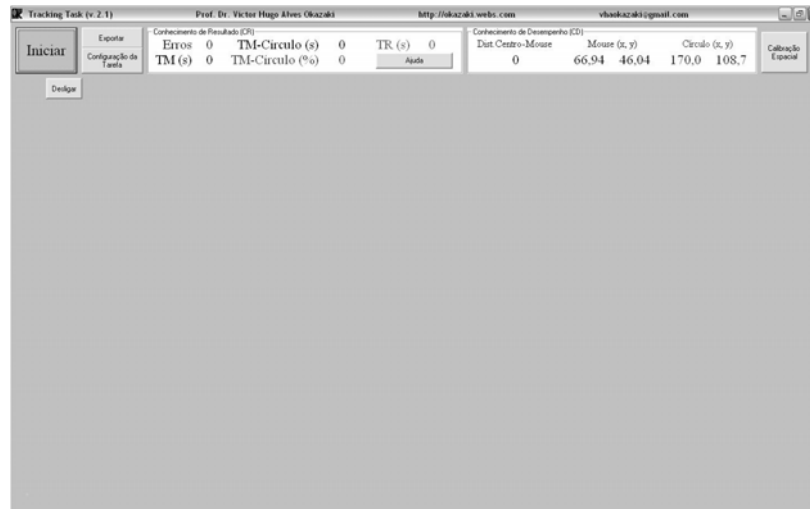


Figura 5 - Luva eletrônica (OKAZAKI, 2011): a) vista lateral e b) vista frontal.



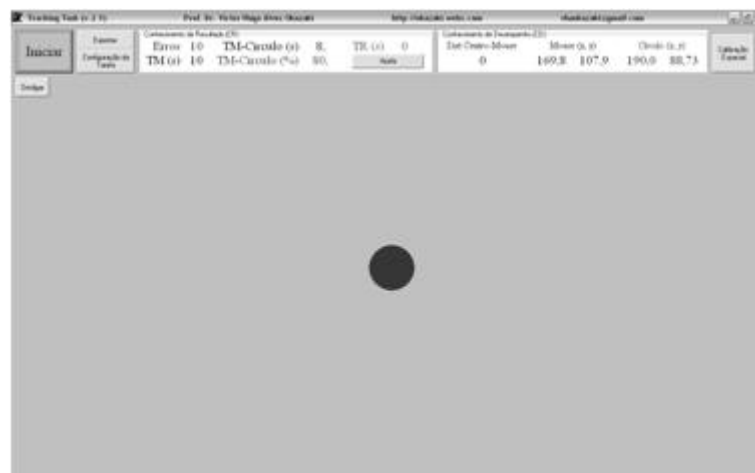
Na tarefa de tempo de reação os participantes tiveram que responder com a mão preferida (direita) o mais rápido possível a três estímulos imperativos, aleatorizados durante uma tentativa de 10 segundos. O estímulo constitui na mudança da cor de fundo do monitor de cinza para amarela do notebook (idem especificações anteriores) e a resposta através do clique do botão do mouse (marca Multilaser). Essa tarefa foi realizada na versão adaptada (sem círculo alvo) do software *Tracking Task v.2.1* (OKAZAKI, 2008; cf. Figura 6).

Figura 6 - Software Tracking Task v.2.1 (OKAZAKI, 2008) adaptado para a tarefa de tempo de reação (sem o círculo alvo).



Na tarefa de rastreamento os participantes perseguiram um pequeno círculo (alvo com 17 mm de diâmetro) durante 10 segundos em movimento aleatório (mudanças de trajetória a cada 800 milissegundos, com velocidade de 12,5 mm/s) utilizando a mão preferida (direita). O objetivo nesta tarefa foi manter o cursor do mouse dentro da área delimitada pelo alvo circular durante todo o seu deslocamento. Nesta tarefa, para a tentativa ser considerada válida (garantindo assim uma quantidade mínima de atenção para esta tarefa secundária), o cursor deveria permanecer no mínimo dois segundos dentro do alvo. A tarefa foi realizada no software *Tracking Task v.2.1* (OKAZAKI, 2008; cf.Figura 7) em um notebook (idem especificações anteriores) e um mouse óptico (marca Multilaser).

Figura 7 - Software *Tracking Task v.2.1* (OKAZAKI, 2008).

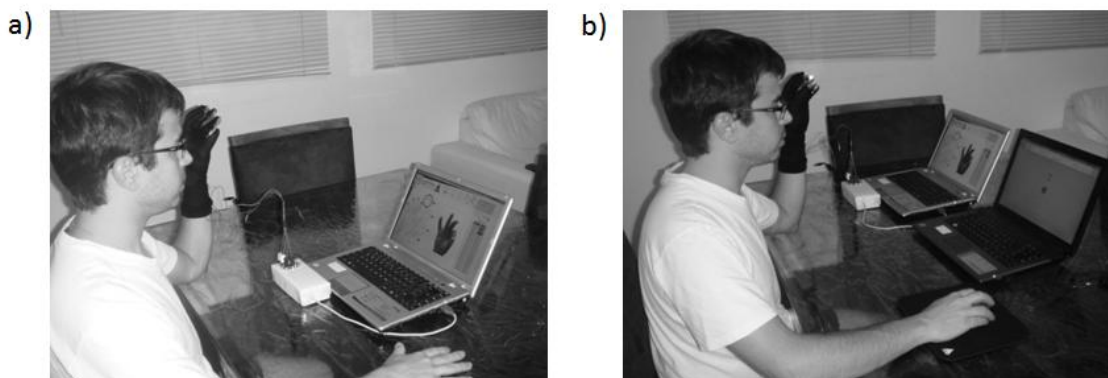


5.1.3 Delineamento e Procedimentos

Inicialmente, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e foi aplicado o Inventário de preferência manual adaptado de Edimburgo. Este inventário foi utilizado para a determinação da mão de preferência lateral em tarefas motoras do cotidiano, no qual, os indivíduos responderam dez questões com opções de resposta variando dentro de um escore de 1 (um) até 5 (cinco). Estes escores indicaram a frequência de utilização dos lados direito e esquerdo, de acordo com a seguinte escala: 1) sempre mão esquerda, 2) maioria das vezes mão esquerda, 3) indiferente, 4) maioria das vezes mão direita e 5) sempre mão direita. Após, foi calculada a média das dez questões do inventário. Estes mesmos escores foram utilizados para diagnosticar a preferência lateral específica para a tarefa de toque de dedos. Apenas os participantes que apresentaram escores no inventário de Edimburgo e da tarefa específica acima de 4 (quatro) foram utilizados no estudo.

Antes de iniciar a coleta de dados, foi permitido aos participantes que realizassem uma tentativa de familiarização com as tarefas (sendo estas descartadas para análise). A posição inicial para a realização das tarefas foi com o participante sentado, com os pés apoiados no chão, tendo o eixo sagital do participante alinhado com o centro da tela, a tela na altura dos olhos a uma distância de 50 cm (cf. Figura 8).

Figura 8 - Representação esquemática do arranjo da coleta de dados: a) GS e b) GTD, GTR e GRA.



Na sequência, foram realizadas as avaliações e as práticas, na seguinte sequência: (1) pré-teste, (2) aquisição, (3) pós-teste, (4) retenção I e (5) retenção II. Nas avaliações pré-teste, pós-teste, retenções, os participantes realizaram a tarefa de principal de toques de dedos (S1) com cada uma das mãos e foram realizados testes de transferência intertarefa 1 (T1) e transferência intertarefa 2 (T2) nas duas sequencias de transferência (S2 e S3), imediatamente após a retenção I e retenção II respectivamente. A ordem entre os testes realizados com as mãos (direita e esquerda) e as sequências nas tarefas de transferência (S2 e S3) foram balanceadas entre os participantes. Nestas avaliações foram realizadas três tentativas em cada condição. A aquisição foi composta de três sessões, em dias diferentes, nas quais, foram realizados três blocos de 20 tentativas (total de 180 tentativas) com duração de 10 s cada, com intervalo de dez segundos entre as tentativas e de dois minutos entre os blocos. Os grupos com prática em tarefa dupla (GTD, GTR e GRA) realizaram antes do início da segunda e da terceira sessão, na fase de aquisição, três tentativas com a mão não-preferida (esquerda) na tarefa de toque de dedos. Também, foram realizadas três tentativas com a mão preferida (direita) na tarefa de tempo de reação antes do início da primeira, segunda e terceira sessão. Estas tentativas foram intituladas de teste de base atencional (TBA) e foram utilizados para o cálculo de índice atencional. Na retenção I e II foi realizada a sequência principal de toques de dedos (S1) e, posteriormente, foram realizadas as sequências de transferência (S2 e S3). Os testes de retenção I e II foram realizados dois dias e oito dias após o pós-teste, respectivamente (cf. Figura 9).

Figura 9 – Linha do tempo das fases experimentais.

Dias	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o	6 ^o	7 ^o	8 ^o	9 ^o	10 ^o	11 ^o
Fases	Pré-teste	Aquisição			Pós-teste	1 ^a Retenção					2 ^a Retenção
		1 ^a sessão	2 ^a sessão	3 ^a sessão							

Foi questionado aos participantes nas avaliações de pré-teste, pós-teste e retenções, qual a sua preferência manual específica para desempenhar a tarefa de sequenciamento de toque de dedos (S1), sendo as opções de resposta variando de um a cinco, da mesma forma com que foi realizada a análise de preferência manual por meio do inventário adaptado de Edimburgo. Também, foi perguntado aos participantes sobre a sua percepção de segurança, conforto e

desempenho da mão esquerda e direita, para a tarefa de toque dedos. Os participantes tiveram a oportunidade de escolher entre uma das cinco possíveis respostas para essas questões: 1) muito pequeno (a), 2) pequeno (a), 3) médio (a), 4) grande e 5) muito grande.

O grupo GS, durante a fase de aquisição, praticou apenas a tarefa de toque de dedos com a mão não-preferida (esquerda) e foi instruído que o seu objetivo seria realizar o maior número de toques possíveis durante dez segundos e que mais de três erros de sequenciamento na tarefa, a tentativa era eliminada. O grupo GTD praticou simultaneamente a tarefa de toque de dedos com a mão não-preferida (esquerda) e a de tempo de reação com a mão preferida (direita), recebendo a instrução de que a sua tarefa principal era a de toque de dedos, na qual, deveria ser direcionada a sua atenção, porém, respondendo o mais rápido possível ao tempo de reação. O grupo GTR também praticou ambas as tarefas simultaneamente e os participantes foram instruídos para direcionar a atenção para a tarefa de tempo de reação realizada com a mão preferida (direita), porém, eles tiveram que manter um desempenho mínimo de 20 toques na tarefa de toques de dedos realizada com a mão não-preferida (esquerda) para a tentativa ser considerada válida. O grupo GRA praticou simultaneamente a tarefa de toque de dedos com a mão não-preferida (esquerda) e a de tempo de reação associada com a tarefa de rastreamento com a mão preferida (direita). O GRA foi instruído de que a sua atenção deveria ser direcionada para tarefa de toque de dedos, porém, respondendo o mais rápido possível ao tempo de reação e na tarefa de rastreamento manter no mínimo dois segundos de permanência dentro das delimitações do alvo. Os participantes receberam reforço das instruções de acordo com o respectivo grupo a cada 5 tentativas durante a fase de aquisição.

A quantidade de atenção destinada para cada tarefa, durante a fase de aquisição para os grupos GTD, GTR e GRA, foi quantificada por meio do desempenho na tarefa de toque de dedos. Para tanto, foi considerado que na condição em que a tarefa primária foi realizada sozinha (condições realizadas no pré-teste, testes de base atencional e pós-teste) haveria 100% da atenção voltada para esta tarefa. Nas demais condições em que houve a realização de tarefa dupla, a atenção seria dividida entre as tarefas (atingindo desempenhos inferiores à condição apenas com a tarefa primária). Deste modo, por meio do desempenho realizado somente com a tarefa simples (100% da atenção), foi possível relativizar a

quantidade de atenção voltada para cada tarefa. Esta lógica, atribuindo uma regra de três para estimar a quantidade de atenção, foi sugerida em estudos com o paradigma da tarefa dupla (cf. SIU; WOOLLACOTT, 2007). Em função da prática aperfeiçoar o desempenho na tarefa primária, foram realizados testes antes de cada sessão para estabelecer o valor de referência para calcular o nível de atenção.

Com base nestes valores, foi estabelecida uma de linha de base do desempenho para calcular a quantidade de atenção, para a tarefa de toque de dedos. Esta linha de base foi determinada a partir de um ajuste linear realizado para cada bloco de prática, de acordo com a seguinte equação:

$$LB_{(n)} = [(Teste_2 - Teste_1)/7] + LB_{(n-1)} \quad (\text{Equação 1}).$$

Na qual, LB é o valor de desempenho da linha de base; Teste₁ e Teste₂ é a média das tentativas realizadas antes e depois da sessão de prática, respectivamente; n é o bloco de tentativa da sessão de prática; e LB₍₀₎ é igual ao valor de desempenho do Teste₁.

5.1.4. Variáveis de Estudo

As variáveis independentes do estudo foram os grupos (GS, GTD, GTR e GRA) com os diferentes tipos de prática; as mãos de teste (direita e esquerda), as fases de avaliação (pré-teste, pós-teste e retenções) e as sequências de toques de dedos utilizadas (S1, S2 e S3). As variáveis de controle do estudo foram: idade, sexo, preferência manual, desempenho na tarefa que a atenção não foi direcionada (rastreamento e toques de dedos, respectivamente para GRA e GTR) e direcionamento da atenção durante o desempenho das tarefas (primária e secundária).

As variáveis dependentes do estudo foram: a preferência manual específica para a tarefa de toque de dedos, os escores das percepções de segurança, de conforto e de desempenho na tarefa de toque de dedos, número de toques de dedos na tarefa de toque de dedos, tempo de reação e o nível de atenção direcionado para a tarefa de tempo de reação e na tarefa de toque de dedos. O índice atencional (IA) foi expresso em valores percentuais, considerando o número de toques na tarefa dupla (TD), número de toques na tarefa simples (TS), o mesmo

calculado foi utilizado para a tarefa de tempo de reação, sendo calculado para cada participante a partir da seguinte equação:

$$IA = (TD / TS) * 100 \quad (\text{Equação 2}).$$

5.1.5 Análise Estatística

Inicialmente, foi calculada a média dos toques de dedos nas três tentativas de cada teste para cada mão. Após, foi conduzida a análise descritiva dos dados por meio de médias e desvios padrão (desempenho nas tarefas de toques de dedos e de tempo de reação das avaliações de pré-teste, pós-teste e retenções) e por meio de medianas e intervalos interquartis (para as avaliações de transferência intertarefa e para os escores de preferência manual, segurança, conforto e desempenho). Por fim, foi calculado o nível de atenção destinado para cada tarefa para os grupos de prática com tarefa dupla.

Para análise inferencial da preferência manual específica e percepções de segurança, conforto e desempenho na tarefa de toque de dedos foi utilizado o teste de ANOVA de *Friedman*, seguido, quando necessário, pelo teste de *Wilcoxon* pareado e teste de ANOVA de *Kruskal-Wallis*. Para as medidas de toques de dedos nas avaliações pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2 foi realizado o teste de ANOVA com três fatores 4 (Grupo) x 2 (Mão) x 4 (Fase) com medidas repetidas nos últimos dois fatores. Em todas as análises paramétricas foi analisado o poder do teste (α). As comparações posteriores aos testes de ANOVA, quando necessárias, foram realizadas através do teste de *Post Hoc de Tukey*.

Para a análise inferencial da transferência intertarefas (T1 e T2) nas duas sequências de transferência (S2 e S3) foi utilizado um teste de ANOVA de *Kruskal-Wallis* comparando o desempenho dos quatro grupos. A significância adotada foi de 5% ($P < 0,05$).

5.2 EXPERIMENTO II

5.2.1 Amostra

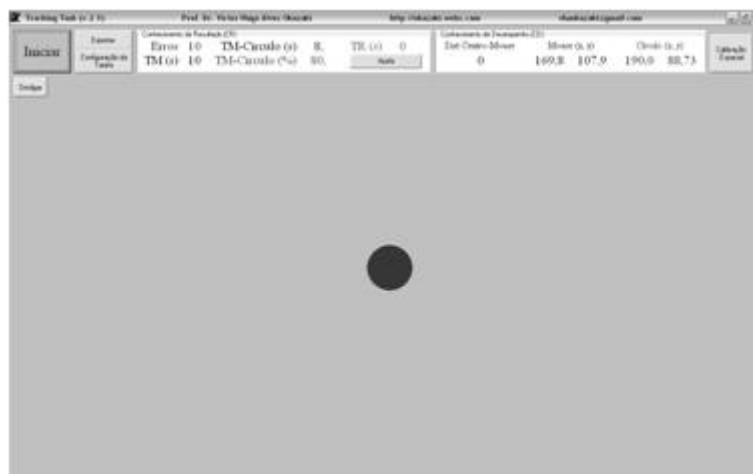
A amostra foi constituída por 53 indivíduos com idade entre 13 e 15 anos do sexo masculino e feminino, dividida pseudoaleatoriamente em três grupos, contrabalançando para o fator sexo: grupo prática simples (G1; n=17), grupo prática tarefa dupla atenção direcionada para a mão esquerda (G2E; n=17) e grupo prática tarefa dupla atenção direcionada para a mão direita (G2D; n=19).

Apenas participantes que apresentaram preferência lateral direita no Inventário de preferência manual de Edimburgo (OLDFIELD, 1971) em sua versão adaptada (cf. TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007) e na preferência lateral direita específica para a tarefa de rastreamento foram utilizados no estudo. Antes do início dos testes todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos experimentais do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Parecer nº 217/10, CAAE nº 0199.0.268.000-10, Folha de Rosto nº 368571).

5.2.2 Tarefas e Instrumentos

A tarefa utilizada no estudo foi de rastreamento, que consistiu em perseguir um alvo (circulo com 17 mm de diâmetro de cor vermelha que mudava a sua trajetória a cada 800 milissegundos, ao passo que se deslocava a 12,5 mm/s) em movimentos aleatórios na tela de um notebook com o cursor do mouse durante 10 segundos. O objetivo nesta tarefa foi manter o cursor do mouse dentro da área delimitada pelo alvo circular durante todo o seu deslocamento. O G1 (tarefa simples) praticou a perseguição com a mão não-preferida (esquerda), já os grupos G2D e G2E (tarefa dupla) praticaram a mesma tarefa simultaneamente utilizando ambas as mãos. Outra tarefa semelhante à citada acima foi utilizada como transferência intertarefa, sendo, alterada a velocidade de deslocamento para 16,7 mm/s e com mudança de trajetória a cada 600 milissegundos. A tarefa foi realizada no software *Tracking Task v.2.1* (OKAZAKI, 2008; cf. Figura 10) em notebooks (processador acima de Dual Core, memória acima de 1 GB, das marcas ACER, CCE, Toshiba e HP) e mouses ópticos (marca Multilaser).

Figura 10 - Software *Tracking Task v.2.1* (OKAZAKI, 2008).



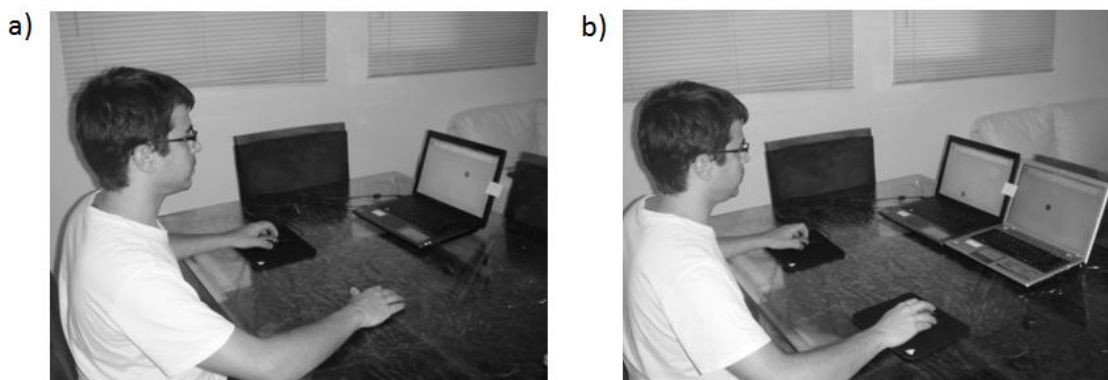
5.2.3 Delineamento e Procedimentos

Inicialmente, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e foi aplicado o Inventário de preferência manual adaptado de Edimburgo. Este inventário foi utilizado para a determinação da mão de preferência lateral em tarefas motoras do cotidiano, no qual, os indivíduos responderam dez questões com opções de resposta variando dentro de um escore de 1 (um) até 5 (cinco). Estes escores indicaram a frequência dos lados direito e esquerdo, de acordo com a seguinte escala: 1) sempre mão esquerda, 2) maioria das vezes mão esquerda, 3) indiferente, 4) maioria das vezes mão direita e 5) sempre mão direita. Após, foi calculada a média das dez questões do inventário. Estes mesmos escores foram utilizados para diagnosticar a preferência lateral específica para a tarefa de rastreamento. Apenas os participantes que apresentarem escores no inventário de Edimburgo e da tarefa específica acima de 4 (quatro) foram utilizados no estudo.

Antes de iniciar a coleta de dados foi permitido aos participantes realizar uma tentativa de familiarização com uma mão por vez (sendo estas descartadas para análise). A posição inicial para a realização das tarefas foi com o participante sentado, com os pés apoiados no chão, tendo seu eixo sagital alinhado com a borda direita do monitor para o grupo G1 e no centro entre os dois monitores para os grupos G2D e G2E. A distância entre o participante e o monitor foi de 80 cm, os participantes foram orientados a manter o seu foco visual em uma demarcação na borda direita para o grupo G1 e os grupos G2E e G2D entre os dois monitores,

ou seja, eles tiveram que rastrear o círculo utilizando a visão periférica (cf. Figura 11).

Figura 11 - Representação esquemática do arranjo da coleta de dados: a) G1 e b) G2E e G2D.



Na sequência, foram realizadas as avaliações e as práticas, na seguinte ordem: (1) pré-teste, (2) aquisição, (3) pós-teste, (4) retenção I, (5) retenção II. Nas avaliações pré-teste, pós-teste, retenção, os participantes realizaram a tarefa de rastreamento com cada uma das mãos separadamente e também foram realizados os testes de transferência intertarefa 1 (T1) e transferência intertarefa 2 (T2) imediatamente após a retenção I e II respectivamente. A ordem entre os testes realizados com as mãos (direita e esquerda) foram balanceadas entre os participantes. Nestas avaliações foram realizadas três tentativas em cada condição. A aquisição foi realizada com três sessões, em dias diferentes, nas quais, foram realizados três blocos de 20 tentativas (total de 180 tentativas) com duração de 10 s cada, com intervalo de dez segundos entre as tentativas e de dois minutos entre os blocos. Na retenção I e II foi realizada a tarefa de rastreamento e, posteriormente, foi realizada a tarefa de transferência. Os testes de retenção I e II foram realizados dois dias e oito dias após o pós-teste, respectivamente (cf. Figura 12).

Figura 12 – Linha do tempo das fases experimentais.

Dias	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º
Fases	Pré-teste	Aquisição			Pós-teste	1ª Retenção					2ª Retenção
		1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão							

Foi questionado aos participantes nas avaliações de pré-teste, pós-teste, e retenções, qual a sua preferência lateral específica para desempenhar a tarefa rastreamento, sendo as opções de resposta variando de um a cinco, da mesma forma com que foi realizada a análise de preferência manual por meio do inventário adaptado de Edimburgo. Também, foi perguntado aos participantes sobre a sua percepção de segurança, conforto e desempenho para a mão esquerda e direita. Os participantes tiveram a oportunidade de escolher entre uma das cinco possíveis respostas para essas questões: 1) muito pequeno (a), 2) pequeno (a), 3) médio (a), 4) grande e 5) muito grande.

O grupo G1 praticou a tarefa com a mão não-preferida e foi instruído a permanecer o maior tempo possível com o cursor dentro do círculo. O grupo G2E praticou simultaneamente as tarefas de rastreamento, recebendo a instrução de que a sua tarefa principal era a da mão não-preferida (esquerda), sobre a qual, deveria ser direcionada sua atenção, porém, mantendo com a mão preferida (direita) no mínimo de dois segundos de permanência dentro das delimitações do alvo. O grupo G2D também praticou ambas as tarefas simultaneamente e os participantes foram instruídos para direcionar a atenção para a tarefa secundária (mão direita/preferida), porém, eles tiveram que manter um desempenho mínimo de dois segundos de permanência dentro do alvo na tarefa principal (mão esquerda/não-preferida) para a tentativa ser considerada válida. Os participantes receberam reforço das instruções de acordo com o respectivo grupo a cada 5 tentativas durante a fase de aquisição.

A quantidade de atenção destinada a cada tarefa, durante a fase de aquisição para os grupos G2E e G2D foi quantificada por meio do desempenho na tarefa de rastreamento baseada no tempo em que o cursor do mouse permaneceu dentro do círculo. Para tanto, foi considerado que na condição em que a tarefa primária foi realizada sozinha (condições realizadas no pré-teste e pós-teste) haveria 100% da atenção voltada para esta tarefa. Nas demais condições em que houve a realização de tarefa dupla, a atenção seria dividida entre as tarefas (atingindo desempenhos inferiores à condição apenas com a tarefa primária). Deste modo, por meio do desempenho realizado somente com a tarefa sozinha (100% da atenção), foi possível relativizar a quantidade de atenção voltada para cada tarefa. Esta lógica, atribuindo uma regra de três para estimar a quantidade de atenção, foi sugerida em estudos com o paradigma da tarefa dupla (cf. SIU; WOOLLACOTT, 2007).

Com base nos valores da tarefa realizada sozinha, foi estabelecida uma linha de base do desempenho para calcular a quantidade de atenção, para a tarefa de rastreamento. Esta linha de base foi determinada a partir de um ajuste linear realizado para cada bloco de prática, de acordo com a seguinte equação:

$$LB_{(n)} = [(Pós-teste-Pré-teste)/19]+LB_{(n-1)} \quad (\text{Equação 3}).$$

Na qual, LB é o valor de desempenho da linha de base; Pré-teste e Pós-teste é a média das tentativas realizadas antes e depois da sessão de prática, respectivamente; n é o bloco de tentativa da sessão de prática; e $LB_{(0)}$ é igual ao valor de desempenho do Pré-teste.

5.2.4 Variáveis de Estudo

As variáveis independentes do estudo foram os grupos (G1, G2E e G2D) com os diferentes tipos de prática; as mãos de teste (direita e esquerda), as fases de avaliação (pré-teste, pós-teste e retenções) e as tarefas de rastreamento (rastreamento e transferência). As variáveis de controle do estudo foram: idade, sexo, foco visual, preferência manual, desempenho na tarefa que a atenção não foi direcionada (mão direita e esquerda, respectivamente para G2E e G2D) e direcionamento da atenção durante o desempenho das tarefas (primária e secundária).

As variáveis dependentes do estudo foram: a preferência manual específica para a tarefa de rastreamento, os escores das percepções de segurança, conforto e desempenho para a tarefa de rastreamento, o tempo do cursor dentro das delimitações espaciais do círculo (TM), erro absoluto (EA) e o índice de atenção direcionado para a tarefa de rastreamento para a mão direita e esquerda.

O erro absoluto foi determinado pela distância entre o centro do círculo do alvo até a posição da ponta do cursor do mouse. Esta variável foi calculada a partir das coordenadas espaciais 'x' e 'y' do mouse e do círculo fornecidas pelo software com frequência de amostragem de 64 Hz. O erro espacial foi determinado a partir do seguinte cálculo:

$$EA = \sqrt{((x_{\text{circulo}} - x_{\text{cursor}})^2 + (y_{\text{circulo}} - y_{\text{cursor}})^2)} \quad (\text{Equação 4}).$$

Este EA foi calculado para cada frame de análise, fornecendo valores instantâneos de erros em uma série temporal, e em valores médios para cada tentativa (através da média destes valores instantâneos).

O índice atencional voltada para a mão direita (IA_D) e esquerda (IA_E) também foi analisado durante a realização das condições de tarefas duplas. Para tanto, foi utilizado o TM na tarefa dupla (TD) e o TM na tarefa simples (TS) para calcular a atenção geral de cada mão (D =direita e E =esquerda) voltada para a tarefa, a partir da seguinte equação:

$$IAT_{D/E} = (TD / TS) * 100 \quad (\text{Equação 5}).$$

Posteriormente, a atenção destinada para cada mão foi estimada a partir da atenção total voltada para as duas mãos, por meio da seguinte equação:

$$IA_D = IAT_D / (IAT_D + IAT_E) * 100 \quad (\text{Equação 6}).$$

5.2.5 Análise Estatística

Inicialmente, foi calculada a média dos tempos de cursor dentro do alvo nas três tentativas de cada teste para cada mão. Após, foi conduzida a análise descritiva dos dados por meio de médias e desvios padrão (para a variável tempo dentro do círculo das avaliações de pré-teste, pós-teste, retenções e transferência intertarefa, e para a variável erro absoluto nas avaliações de transferência intertarefa) e por meio de medianas e intervalos interquartis (para a variável erro absoluto nas avaliações de pré-teste, pós-teste e retenções, para os escores de preferência manual e das percepções de segurança, de conforto e de desempenho). Por fim, foi calculado o nível de atenção destinado para cada tarefa para os grupos de prática com tarefa dupla.

Para análise inferencial da preferência manual específica e percepções de segurança, conforto e desempenho na tarefa de rastreamento foi utilizado o teste de ANOVA de *Friedman*, seguido, quando necessário pelo teste de

Wilcoxon pareado e teste de ANOVA de *Kruskal-Wallis*, seguido, quando necessário pelo teste de *Mann-Whitney* não-pareado. A análise da variável erro absoluto das avaliações de pré-teste, pós-teste e retenções foi utilizado o teste de ANOVA de *Friedman*, seguido, quando necessário pelo teste de *Wilcoxon* pareado e também foi utilizado o teste de ANOVA de *Kruskal-Wallis* comparando o desempenho dos três grupos, seguido, quando necessário pelo teste de *Mann-Whitney* não-pareado.

Para as medidas do tempo do cursor dentro do círculo, nas avaliações pré-teste, pós-teste e retenções foi realizado o teste de ANOVA com três fatores 3 (Grupo) x 2 (Mão) x 4 (Fase) com medidas repetidas nos últimos dois fatores. Para a análise da transferência intertarefas das variáveis tempo dentro do círculo e erro absoluto foi utilizado o teste de ANOVA comparando o desempenho dos três grupos. Em todas as análises paramétricas foi analisado o poder do teste (α). As comparações posteriores aos testes de ANOVA, quando necessárias, foram realizadas através do teste de *Post Hoc de Tukey*. A significância adotada foi de 5% ($P < 0,05$).

6 RESULTADOS

6.1 EXPERIMENTO I

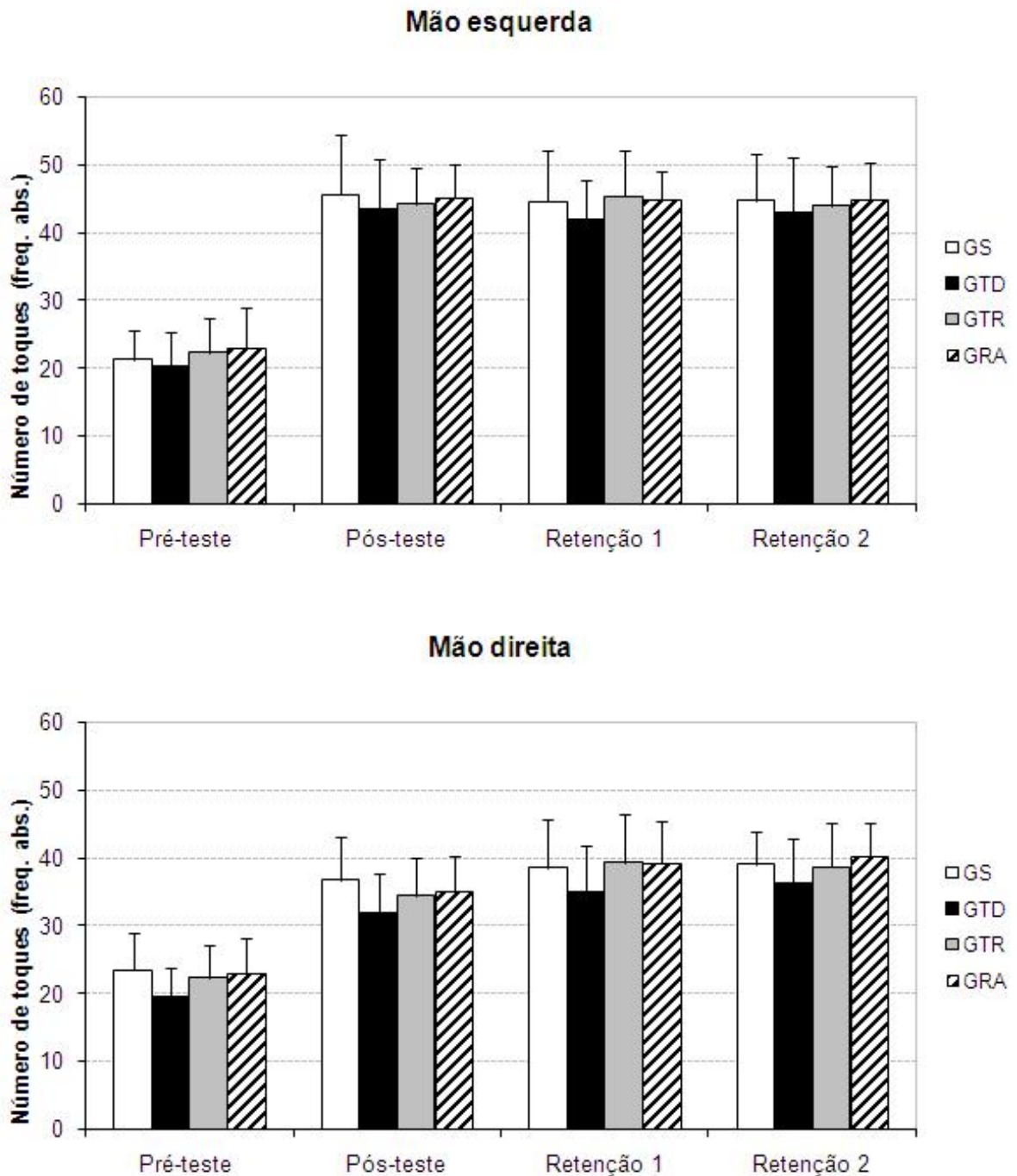
A análise da variável toque de dedos para as avaliações pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2, apresentou efeito principal para o fator fase ($F_{2,237} = 585,7$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), no qual, houve maior número de toques no pós-teste, retenção 1 e retenção 2 em comparação ao pré-teste ($P < 0,001$) e maior número de toques na retenção 1 e retenção 2 em relação ao pós-teste ($P < 0,001$). Estes resultados apontam indicativos de melhora no desempenho e de aprendizagem, independentemente dos fatores grupo ou mão.

Também foi verificado efeito principal para fator mão ($F_{1,79} = 211,65$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), no qual, a mão esquerda apresentou maior número de toques, isto é, a mão esquerda apresentou melhor desempenho, independente do fator fase ou grupo. Porém, não foi encontrado efeito principal para o fator grupo ($F_{1,79} = 2,147$; $P = 0,101$; $\alpha = 0,53$).

Foi diagnosticada interação entre o fator fase e mão ($F_{2,237} = 71,422$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), no qual, a mão esquerda demonstrou maior número de toques no pós-teste, retenção 1 e 2 em comparação ao pré-teste ($P < 0,001$), e a mão direita apresentou maior número de toques no pós-teste, retenção 1 e 2 em relação ao pré-teste ($P < 0,001$) e na retenção 1 e 2 em comparação ao pós-teste ($P < 0,001$; cf. Figura 13). Estes dados apontam que, independente grupo, ambas as mãos aperfeiçoaram o desempenho e o mesmo persistiu. Deste modo, ocorreu transferência interlateral de aprendizado, pois a mão direita não praticou a tarefa durante a fase de aquisição.

A comparação entre as mãos apresentou diferença nas fases de pós-teste, retenção 1 e 2 ($P < 0,001$). Inicialmente (pré-teste), as mãos apresentaram desempenhos semelhantes (simetria de desempenho) e, posteriormente, a mão esquerda apresentou melhor desempenho (assimetria de desempenho) nas demais fases (pós-teste, retenção 1 e 2).

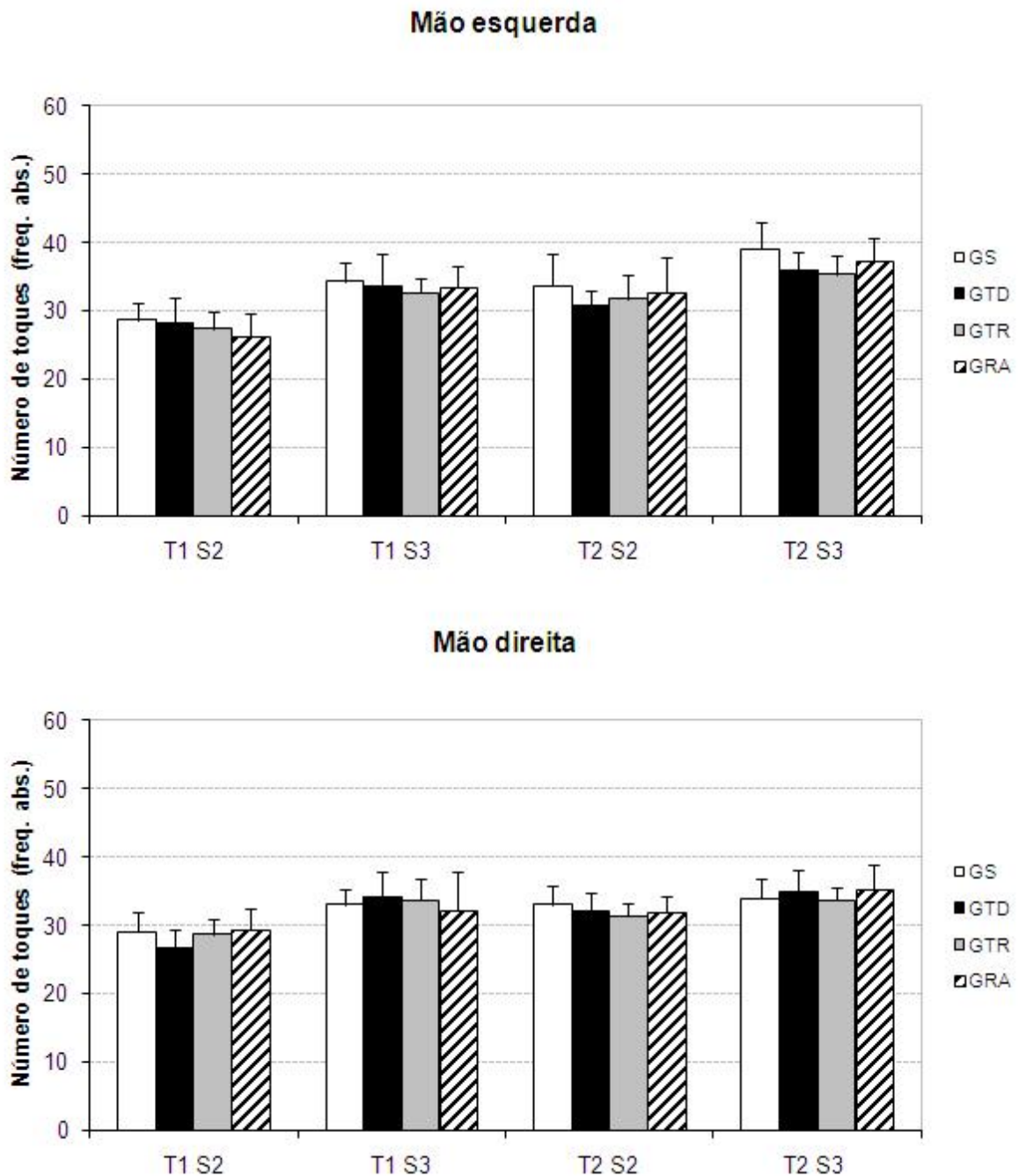
Figura 13 - Média e desvio padrão dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



A análise das avaliações dos testes de transferência intertarefa (T1 e T2), para ambas as sequencias de transferência (S2 e S3), não apresentaram diferenças para a mão esquerda T1 S2 ($H_{3,83}=1,44$; $P=0,69$), T2 S2 ($H_{3,83}=1,91$; $P=0,59$), T1 S3 ($H_{3,83}=0,28$; $P=0,96$), T2 S3 ($H_{3,83}=2,02$; $P=0,56$) e para mão direita

T1 S2 ($H_{3,83}=1,16$; $P=0,76$), T2 S2 ($H_{3,83}=0,54$; $P=0,91$), T1 S3 ($H_{3,83}=0,02$; $P=0,99$) e T2 S3 ($H_{3,83}=0,32$; $P=0,95$; cf. Figura 14)

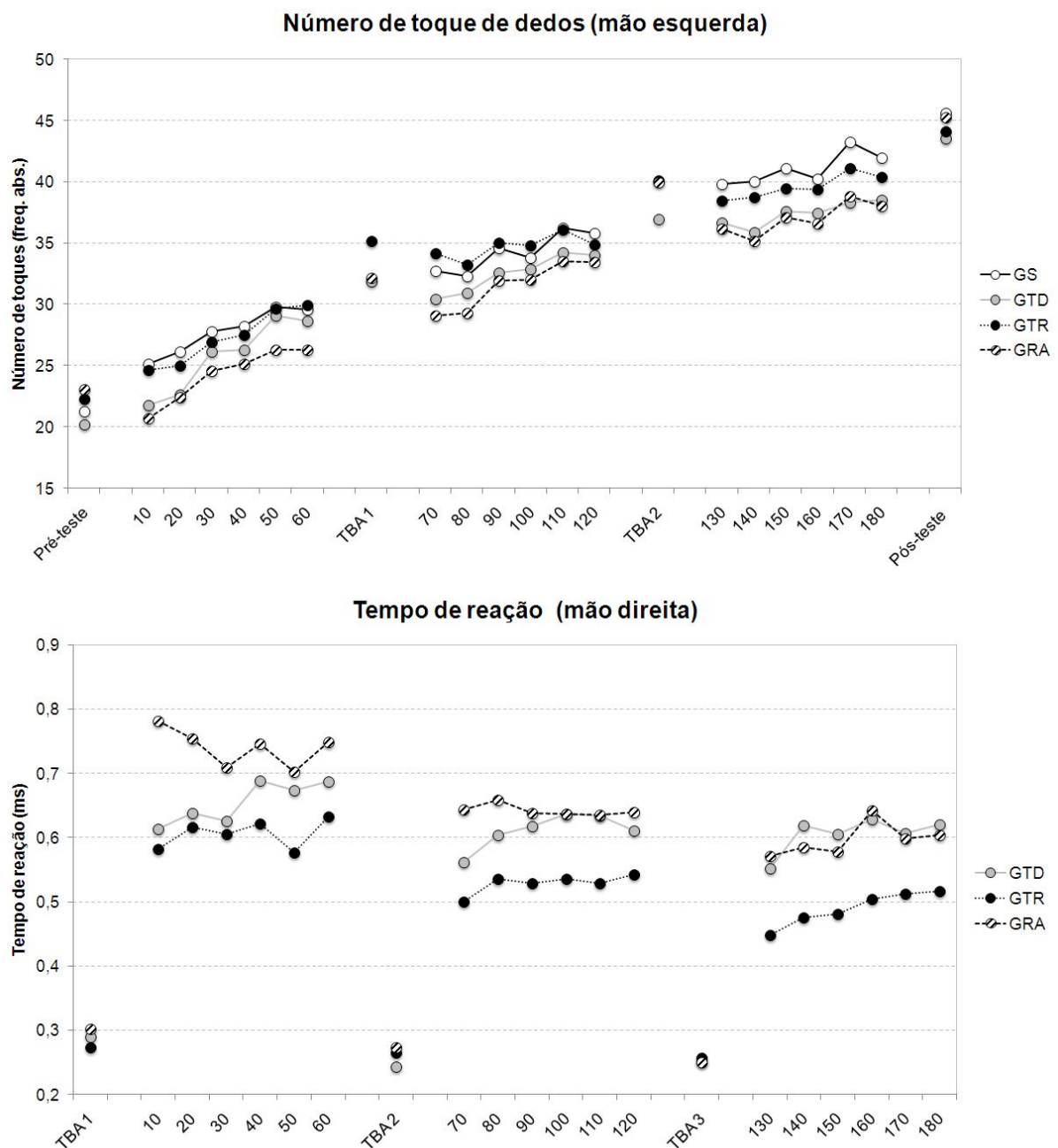
Figura 14 - Mediana e desvio quartil dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste transferência intertarefa e das de toques de dedos.



Legenda: transferência intertarefa 1 (T1), transferência intertarefa 2 (T2) e sequências de transferências de toque de dedos: mínimo, médio, anelar e indicador (S2) e mínimo, anelar, médio e indicador (S3).

A análise descritiva da fase de aquisição aponta melhora no desempenho de todos os grupos (GS, GTD, GTR e GRA) na tarefa de toque de dedos e apresentam uma queda no tempo de reação dos grupos de tarefas duplas (GTD, GTR e GRA). Esses resultados proporcionam indicativos de automatização do movimento em função da quantidade de prática (cf. Figura 15).

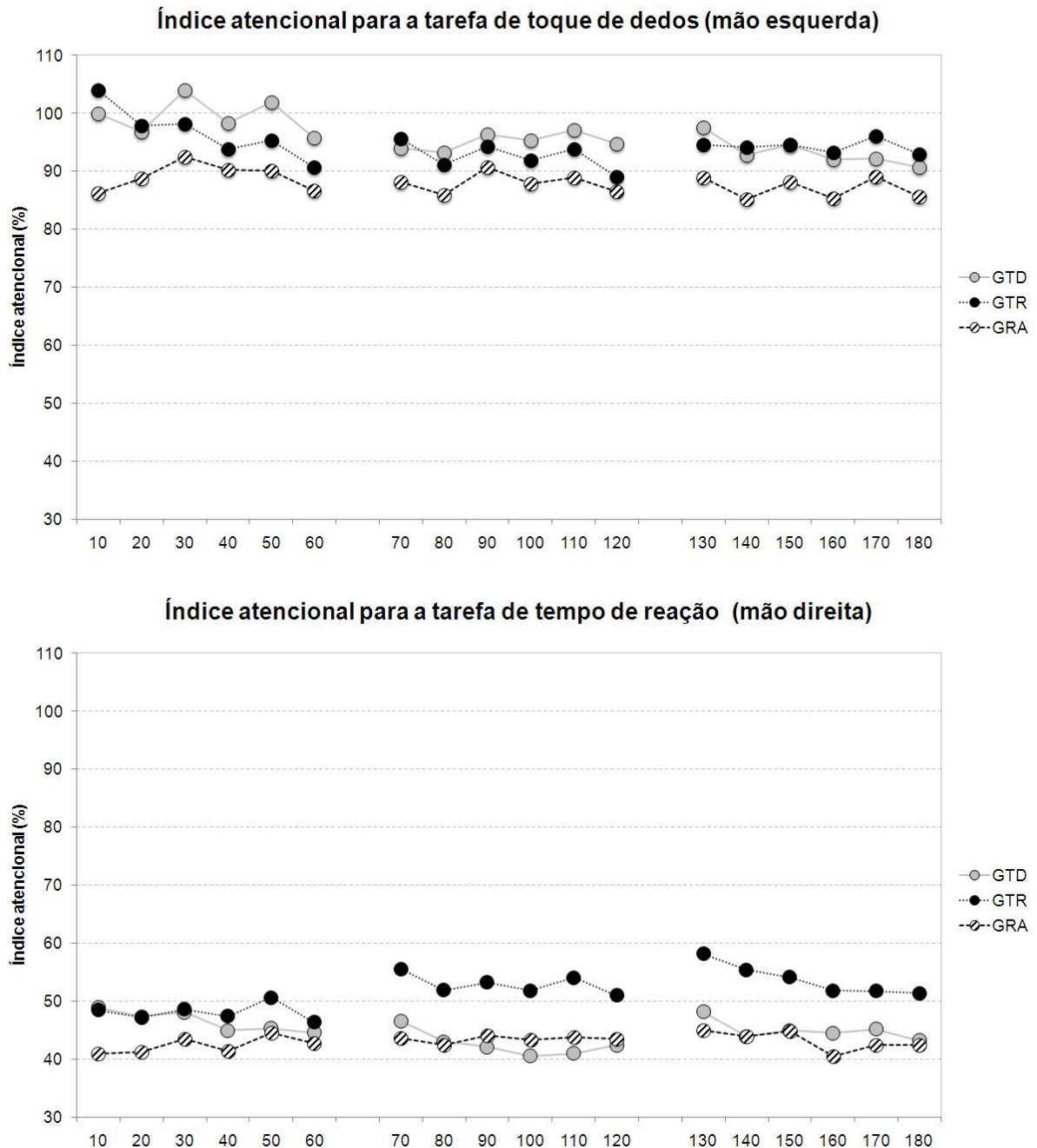
Figura 15 - Média (blocos de 10 tentativas agrupadas) do número de toque de dedos (frequência absoluta) e do tempo de reação (segundos), durante a fase de aquisição para a mão direita e esquerda.



Legenda: Teste de base atencional (TBA).

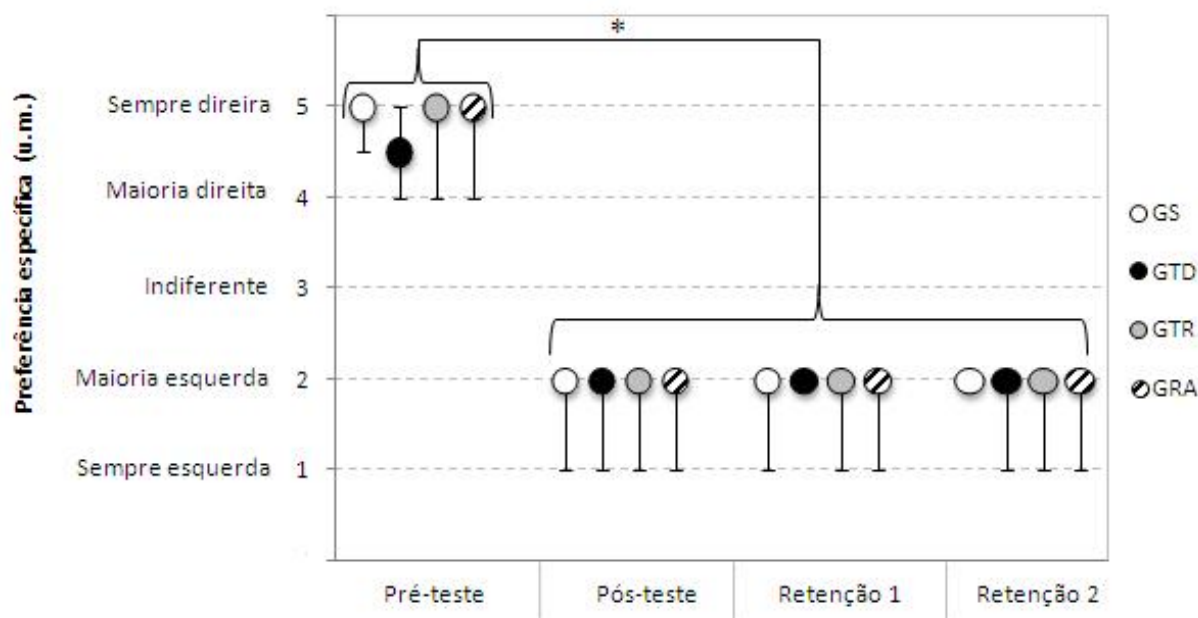
O índice atencional (cf. Equação 2) para os grupos de tarefa dupla (GTD, GTR e GRA) durante a fase de aquisição, sugere uma queda do índice atencional em função da prática, proporcionando indicativos de automatização da tarefa de toque de dedos. No entanto, apesar dos indivíduos estarem realizando duas tarefas concomitantes, eles ainda conseguiram destinar grande atenção para tarefa de toque de dedos, uma vez que, que o índice atencional ficou acima de 80%. (cf. Figura 16).

Figura 16 - Média (blocos de dez tentativas agrupadas) do índice atencional (%), durante a fase de aquisição para a mão direita e esquerda.



Quando analisada a preferência manual específica para realizar a tarefa de toque de dedos, foi verificado efeito significativo para o fator fase nos grupos GS ($X^2_{3,19}=37,22$; $P<0,001$), GTD ($X^2_{3,22}=43,48$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=48,40$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=45,49$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram redução no escore de “sempre direita” para “maioria esquerda” do pré-teste em relação ao pós-teste, retenção 1 e retenção 2 ($Z>3,62$; $P<0,001$). Na comparação entre os grupos em todas as fases não foi verificada diferença ($H_{3,83}<2,61$; $P>0,45$; cf. Figura 17).

Figura 17 - Mediana e intervalo interquartil dos escores de preferência específica dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



Legenda: O * indica a diferença entre as fases.

A análise da percepção da segurança para o uso da mão esquerda apresentou efeito do fator fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=32,97$; $P<0,001$), GTD ($X^2_{3,22}=23,17$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=17,81$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=13,46$; $P<0,01$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram aumento no escore de “média” para “grande” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,30$; $P<0,02$). A análise da segurança com o uso da mão direita apresentou efeito significativo do fator Fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=30,74$; $P<0,001$), GTD ($X^2_{3,22}=18,80$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=33,02$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=35,41$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram redução no escore de

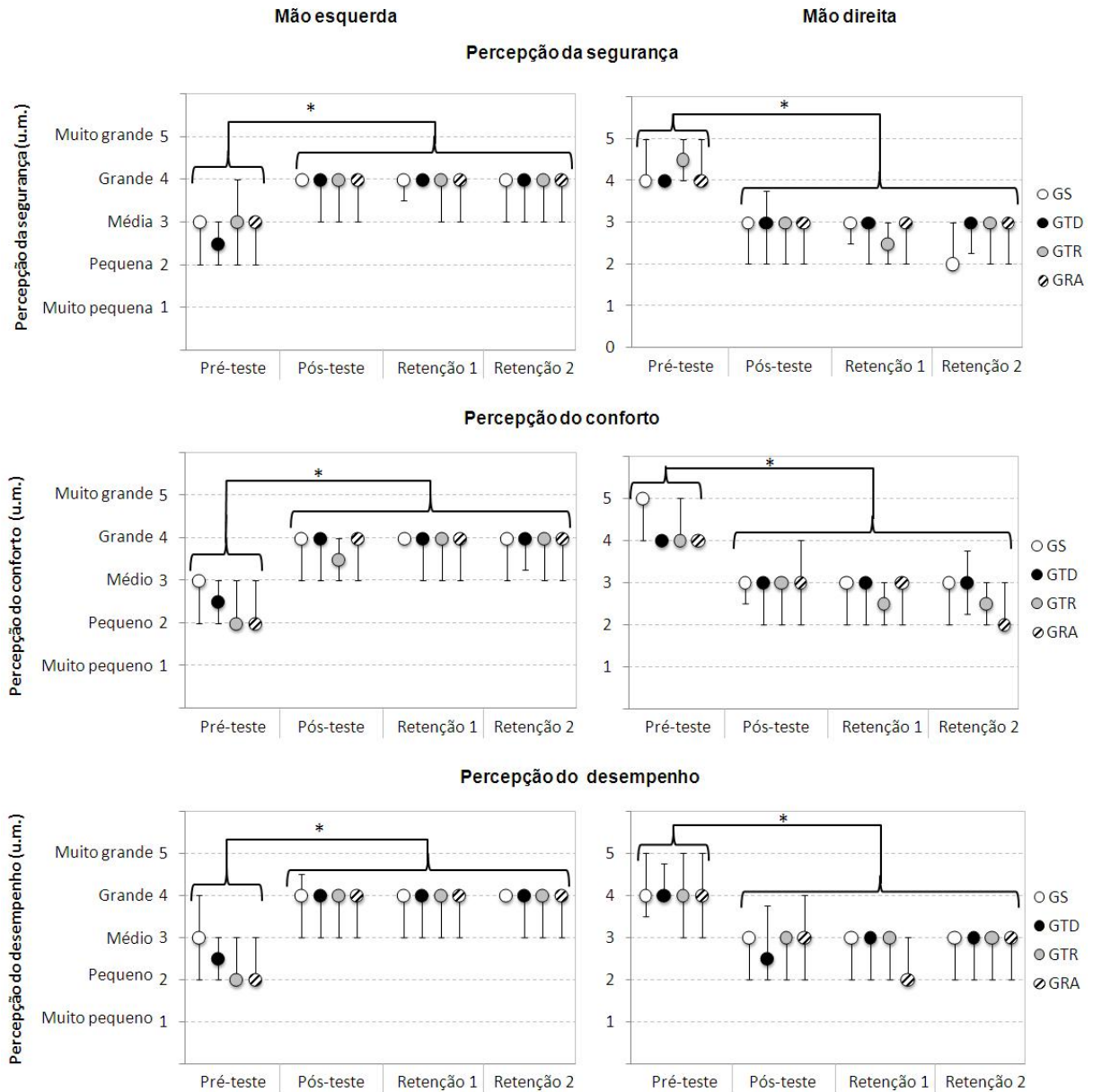
“grande” para “média” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,89$; $P<0,01$).

A análise da percepção do conforto para o uso da mão esquerda apresentou efeito para o fator fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=31,56$; $P<0,001$), GTD ($X^2_{3,22}=35,35$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=35,98$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=37,61$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram aumento no escore de “pequeno” para “grande” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,74$; $P<0,01$). A análise do conforto como uso da mão direita apresentou efeito para o fator fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=31,45$; $P<0,001$), GTD ($X^2_{3,22}=29,69$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=31,92$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=29,25$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram redução no escore de “grande” para “médio” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>3,10$; $P<0,001$).

A análise da percepção do desempenho para o uso da mão esquerda apresentou efeito do fator fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=10,83$; $P<0,01$), GTD ($X^2_{3,22}=33,24$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=27,85$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=30,85$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram aumento no escore de “pequeno” para “grande” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,29$; $P<0,02$). Ainda, analisando o desempenho, porém para o uso da mão direita verificou-se efeito do fator fase para os grupos GS ($X^2_{3,19}=14,32$; $P<0,01$), GTD ($X^2_{3,22}=32,72$; $P<0,001$), GTR ($X^2_{3,21}=24,37$; $P<0,001$) e GRA ($X^2_{3,21}=30,69$; $P<0,001$). Os grupos GS, GTD, GTR e GRA apresentaram redução no escore “grande” para “médio” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,81$; $P<0,01$).

A comparação entre os grupos, em todas as fases analisadas, não apresentou diferenças para as variáveis de percepção da segurança, do conforto e do desempenho ($H_{3,83}<7,03$; $P>0,07$; cf. Figura 18)

Figura 18 - Mediana e intervalo interquartil dos escores das percepções (segurança, conforto e desempenho) dos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



Legenda: O * indica a diferença entre as fases.

6.2 EXPERIMENTO II

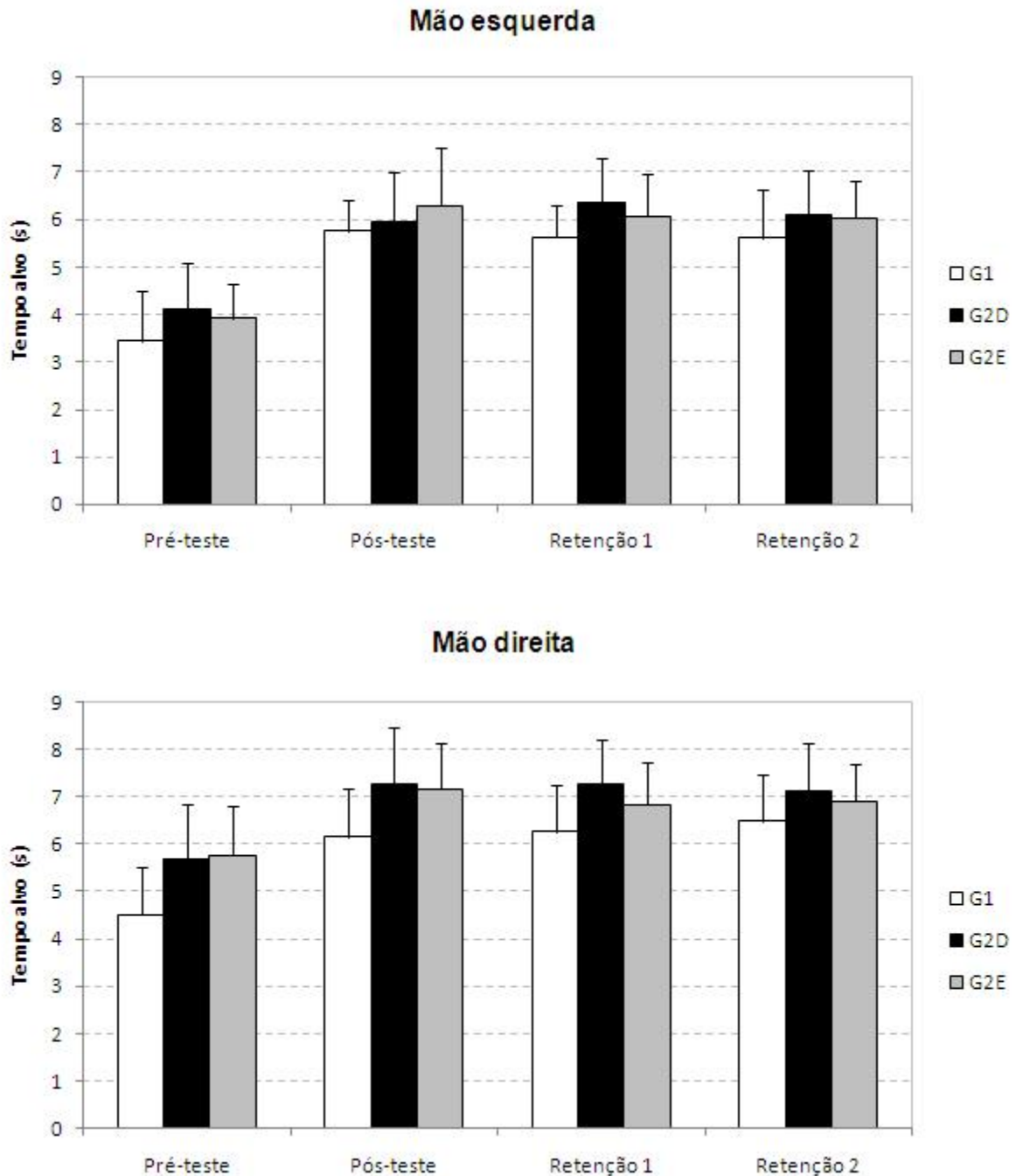
A variável tempo em que o cursor permaneceu dentro do alvo, nas avaliações pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2, apresentou efeito principal para o fator fase ($F_{3,150} = 118,7$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), no qual, houve maior tempo no pós-teste, na retenção 1 e na retenção 2, em comparação ao pré-teste ($P < 0,001$).

Estes resultados apontam indicativos de melhora no desempenho e de aprendizagem, independentemente do fator grupo ou fator mão.

O fator grupo demonstrou efeito principal ($F_{2,50} = 6,00$; $P < 0,01$; $\alpha = 0,86$), no qual, o grupo G1 apresentou menor tempo em comparação ao G2D e G2E ($P < 0,05$), independentemente do fator fase ou fator mão. Foi verificado efeito principal para fator mão ($F_{1,50} = 177,63$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), no qual, a mão direita apresentou maior tempo, isto é, a mão direita apresentou melhor desempenho, independente do fator fase ou fator grupo. Também houve interação entre o fator grupo e fator mão ($F_{2,50} = 3,35$; $P < 0,05$; $\alpha = 0,61$), no qual, a mão direita apresentou maior tempo para todos os grupos quando comparada com a mão esquerda do mesmo grupo ($P < 0,001$). A mão direita dos grupos G2D e G2E apresentaram maior tempo em comparação ao G1 ($P < 0,01$).

Também foi diagnosticado interação entre o fator fase e fator mão ($F_{1,150} = 9,50$; $P < 0,001$; $\alpha = 1,00$), em que a mão esquerda demonstrou maior tempo no pós-teste, na retenção 1 e 2, em comparação ao pré-teste ($P < 0,001$), e a mão direita apresentou maior tempo no pós-teste, na retenção 1 e 2, em relação ao pré-teste ($P < 0,001$). Estes dados apontam que, independente do grupo, ambas as mãos aperfeiçoaram o desempenho e o mesmo persistiu. Quando comparadas as mãos na mesma fase, foi verificada diferença entre elas no pré-teste, no pós-teste, na retenção 1 e na retenção 2 ($P < 0,001$), sendo, que a mão direita apresentou melhor desempenho, isto é, o desempenho foi assimétrico em todas as fases de teste (cf. Figura 19).

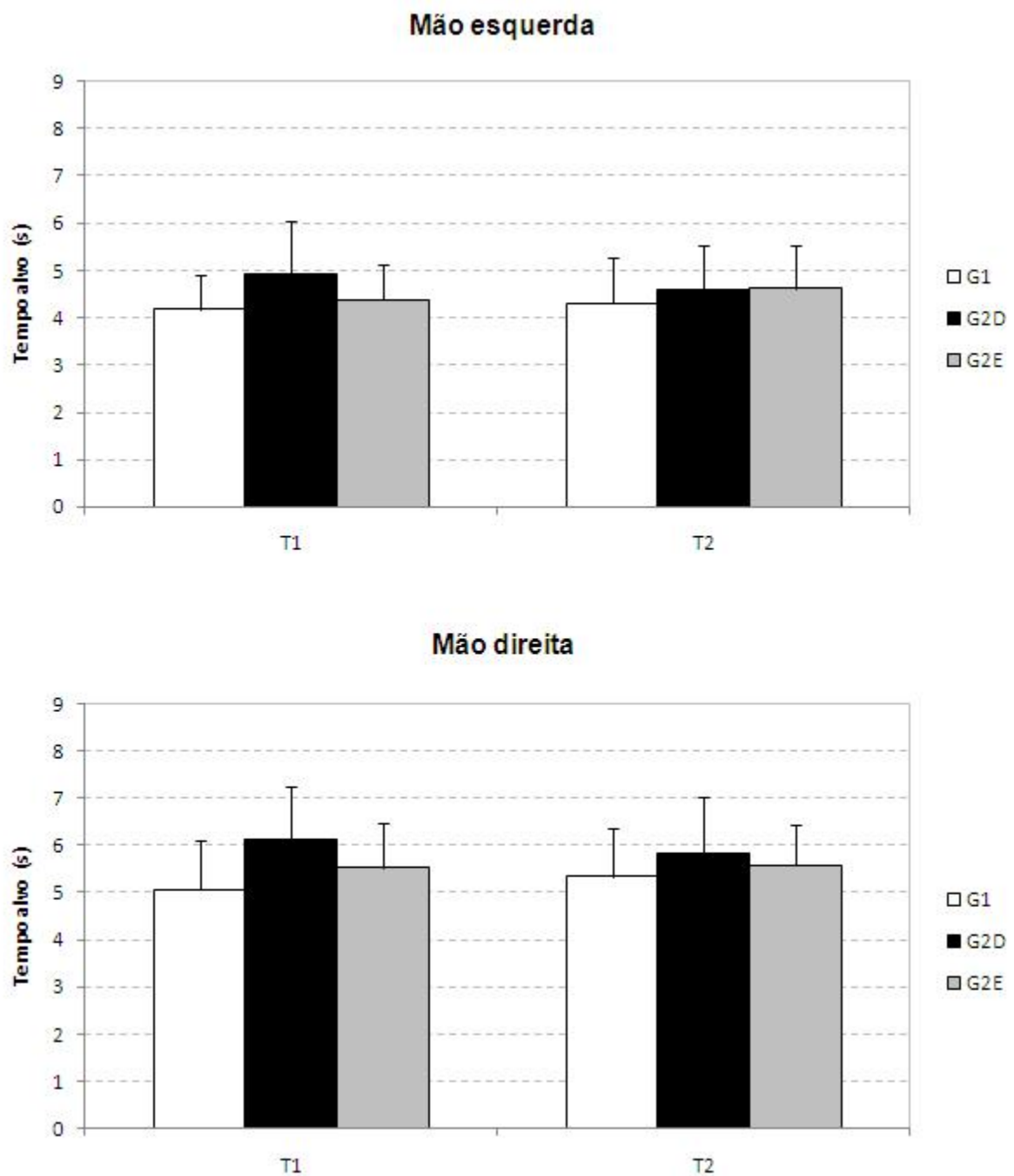
Figura 19 - Média e desvio padrão da variável tempo dentro do alvo dos grupos (G1, G2D, e G2E), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



A análise dos testes de transferências intertarefa, para a variável tempo em que o cursor permaneceu dentro do alvo, apresentou diferença na T1 mão esquerda ($F_{2,50} = 3,27$; $P < 0,05$; $\alpha = 0,60$), no qual, o G2D apresentou maior tempo em comparação ao G1 ($P < 0,05$). Ademais, na T1 foi verificada diferença para a mão direita ($F_{2,50} = 4,77$; $P < 0,02$; $\alpha = 0,77$), no qual, o G2D apresentou maior tempo em

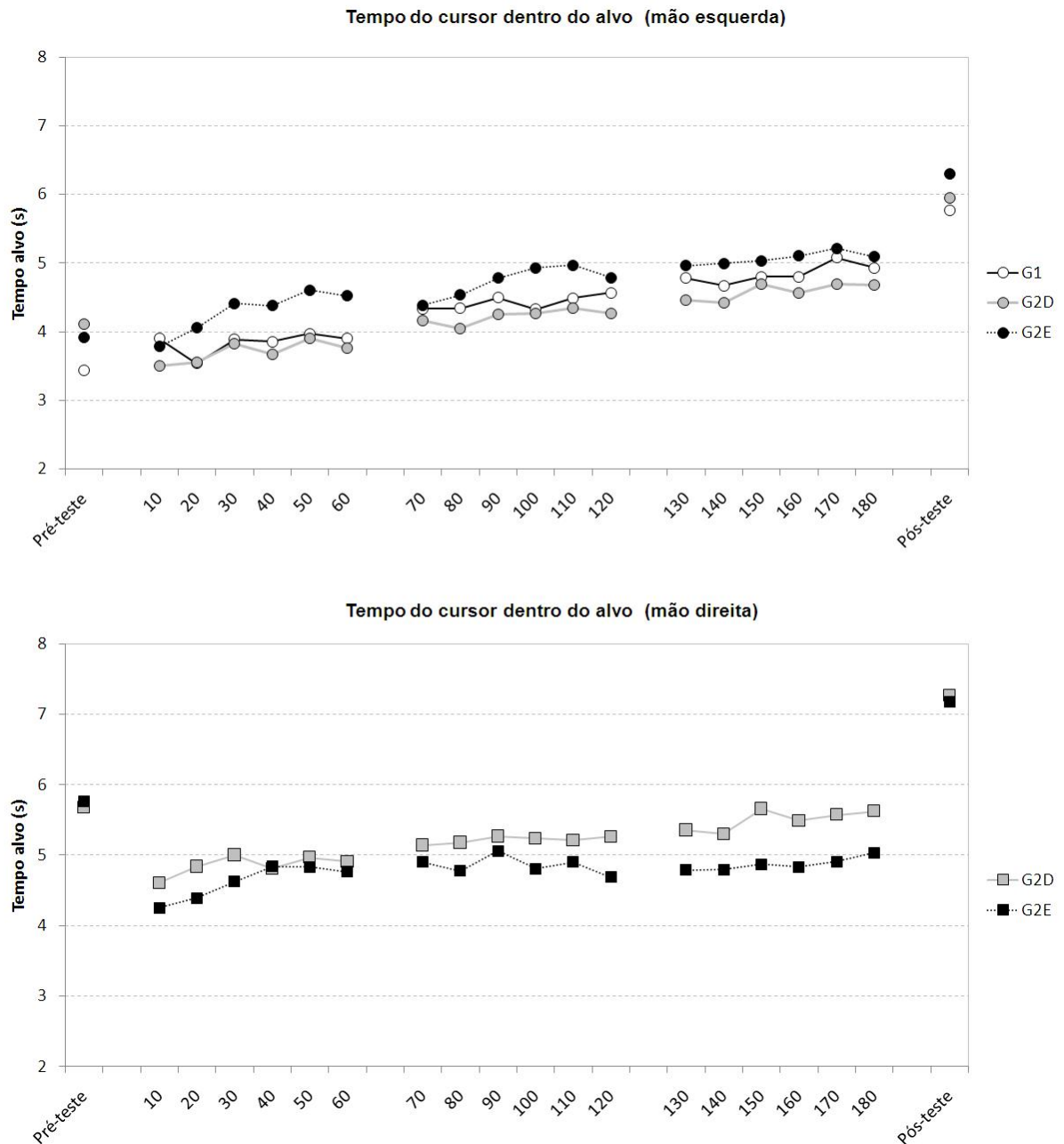
comparação ao G1 ($P < 0,02$). Na T2 não foi constatada diferença para a mão esquerda ($F_{2,50} = 0,60$; $P = 0,56$; $\alpha = 0,14$), e direita ($F_{2,50} = 0,98$; $P = 0,38$; $\alpha = 0,21$). Assim, esses resultados sugerem que na T1 houve maior magnitude de transferência intertarefa para ambas as mãos para o G2D em comparação com o G1 (cf. Figura 20).

Figura 20 - Média e desvio padrão da variável tempo dentro do alvo dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste transferência intertarefa (T1 e T2).



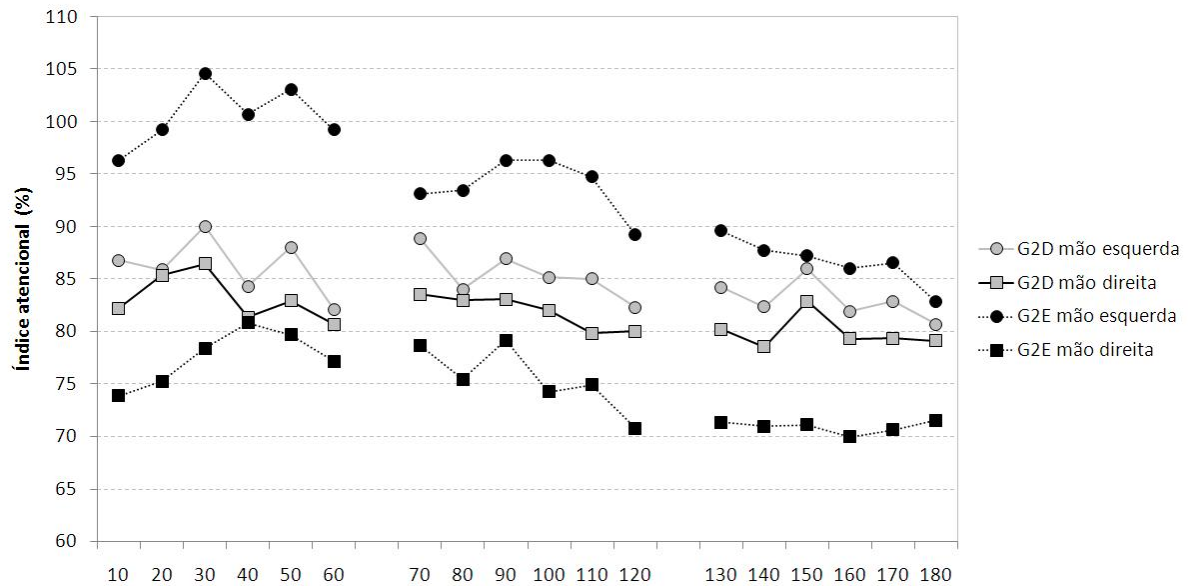
A análise descritiva da fase de aquisição aponta melhora no desempenho de todos os grupos (G1, G2D e G2E) e para ambas as mãos, deste modo, indicam que independentemente do tipo de prática (simples ou dupla) todos os grupos melhoraram o desempenho (cf. Figura 21)

Figura 21 - Média (blocos de dez tentativas) do tempo (s) em que o cursor permaneceu dentro do alvo, durante a fase de aquisição.



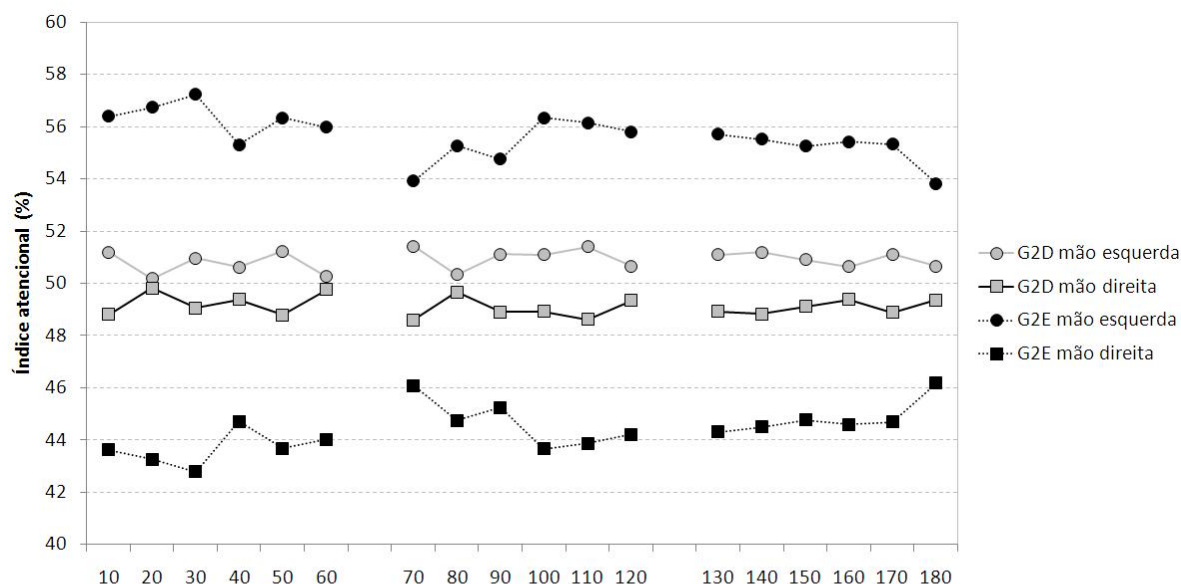
Os resultados da análise descritiva do índice atencional (cf. Equação 5) apresentaram que em função da prática os dois grupos de tarefa dupla (G2D e G2E) em ambas as mãos diminuíram o índice atencional, assim, proporcionando indicativos de automatização da tarefa em função da prática (cf. Figura 22).

Figura 22 - Média (blocos de dez tentativas) do índice atencional (%) durante a fase de aquisição.



A análise descritiva do índice atencional normalizado em função das mãos (cf. Equação 6) sugere que a estratégia de direcionamento atencional proporcionou maior influência no grupo que direcionou atenção para a mão não-preferida (G2E), em relação ao grupo que direcionou a atenção para a mão preferida (G2D). No entanto, esta influência foi sutil, ou seja, aproximadamente 10% de diferença entre uma mão e outra para o grupo G2E (cf. Figura 23).

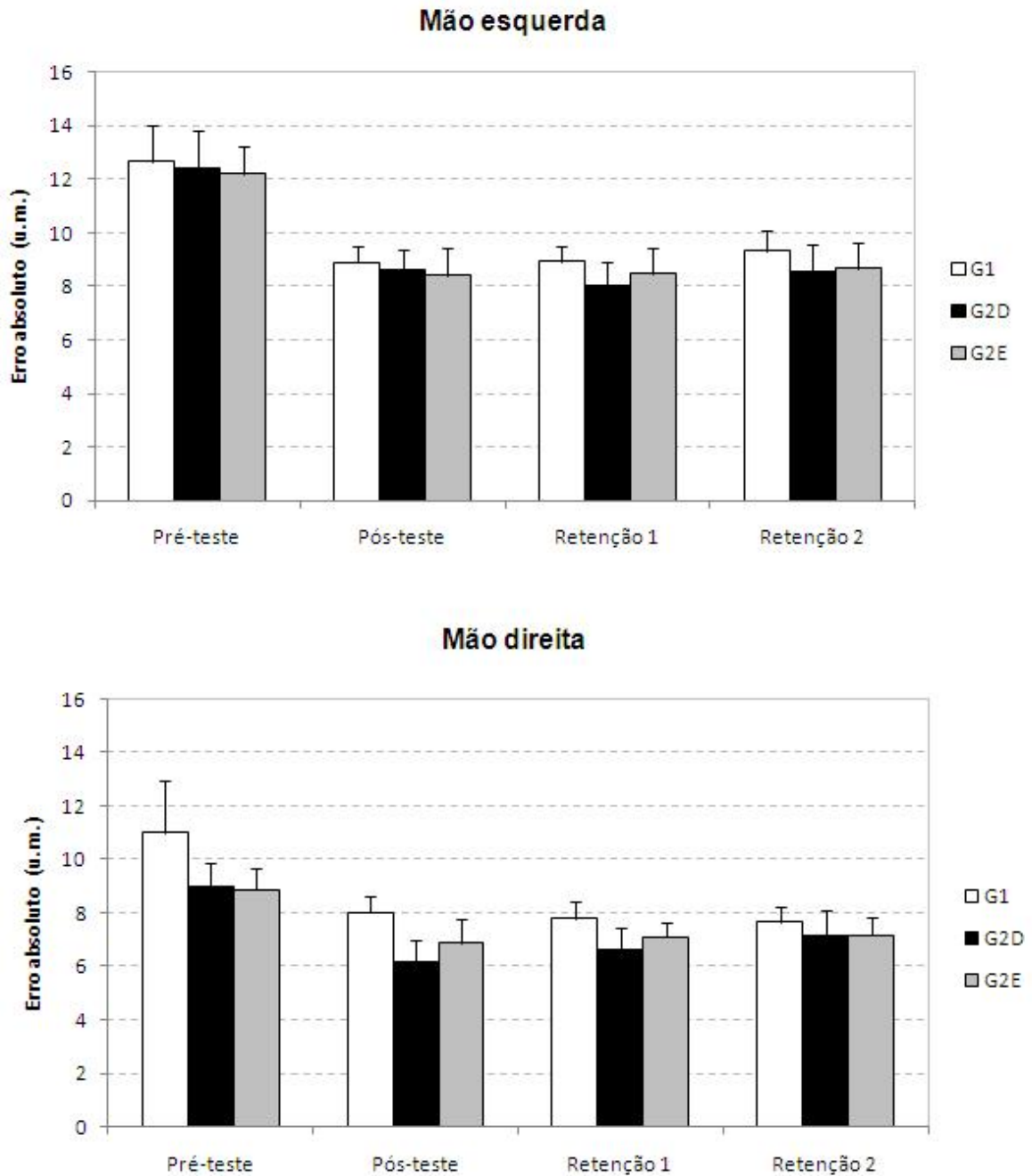
Figura 23 - Média (blocos de dez tentativas) do índice atencional (%) normalizada em função das mãos durante a fase de aquisição.



A análise da variável erro absoluto para as avaliações de pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2, demonstrou efeito de fase para os grupos G1 ($X^2_{7,17}=75,31$; $P<0,001$), G2D ($X^2_{7,19}=90,51$; $P<0,001$) e G2E ($X^2_{7,17}=75,25$; $P<0,001$). Todos os grupos apresentaram para ambas as mãos menor erro no pós-teste, retenção 1 e retenção 2, em comparação ao pré-teste ($Z>3,29$; $P<0,01$). Esses resultados proporcionaram indicativos de melhora no desempenho e de aprendizagem para todos os grupos e para ambas as mãos. Também, todos os grupos em todos os testes apresentaram diferença entre as mãos quando comparados com eles mesmos, sendo que, a mão direita apresentou menor erro absoluto ($Z>2,53$; $P<0,02$), isto é, o desempenho foi assimétrico entre as mãos em todas as fases de avaliação.

Houve diferença entre os grupos ($H_{2,53}<7,87$; $P>0,02$), no qual, a mão direita do G2D apresentou menor erro no pré-teste, no pós-teste e na retenção 1, quando comparada com a mão direita do G1 ($Z>2,77$; $P<0,01$), enquanto a mão direita do G2E apresentou menor erro no pré-teste e pós-teste quando comparada com a mão direita do G1 ($Z>2,63$; $P<0,01$; cf. Figura 24).

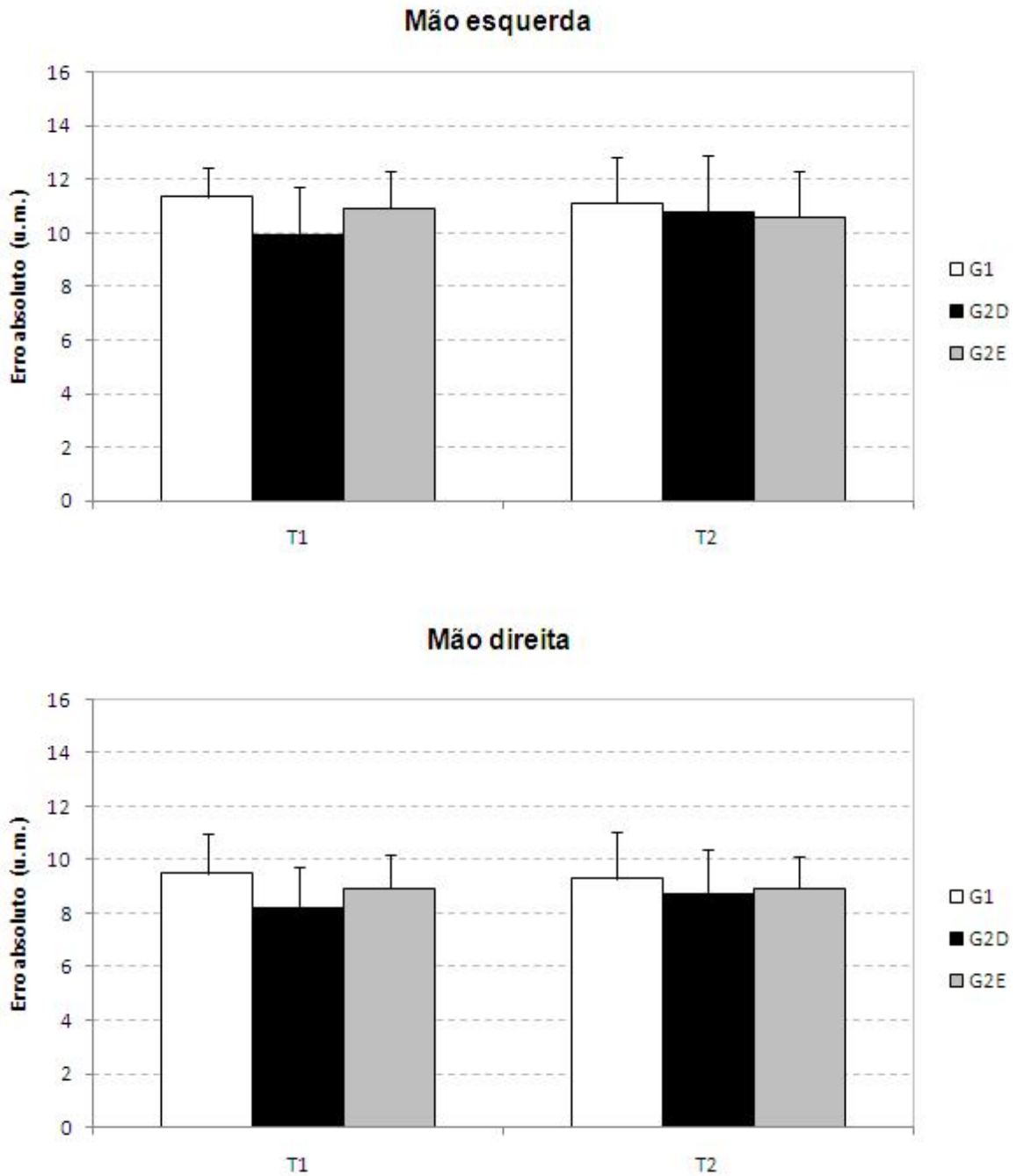
Figura 24 - Mediana e desvio quartil da variável erro absoluto dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



A análise das avaliações de transferência intertarefa da variável erro absoluto apresentou diferença na T1 da mão esquerda ($F_{2,50} = 4,38$; $P < 0,05$; $\alpha = 0,73$), no qual, o G2D apresentou menor erro em comparação ao G1 ($P < 0,05$). Ainda, na T1 foi verificada diferença para a mão direita ($F_{2,50} = 3,73$; $P < 0,05$; $\alpha = 0,66$), no qual, o G2D apresentou menor erro em comparação ao G1 ($P < 0,05$). Na T2 não foi

constatada diferença na variável erro absoluto para a mão esquerda ($F_{2,50} = 0,60$; $P=0,71$; $\alpha=0,10$) e direita ($F_{2,50} = 0,62$; $P=0,54$; $\alpha=0,15$). Deste modo, esses resultados sugerem que na T1 houve maior magnitude de transferência intertarefa para ambas as mãos para o G2D em comparação com o G1 (cf. Figura 25).

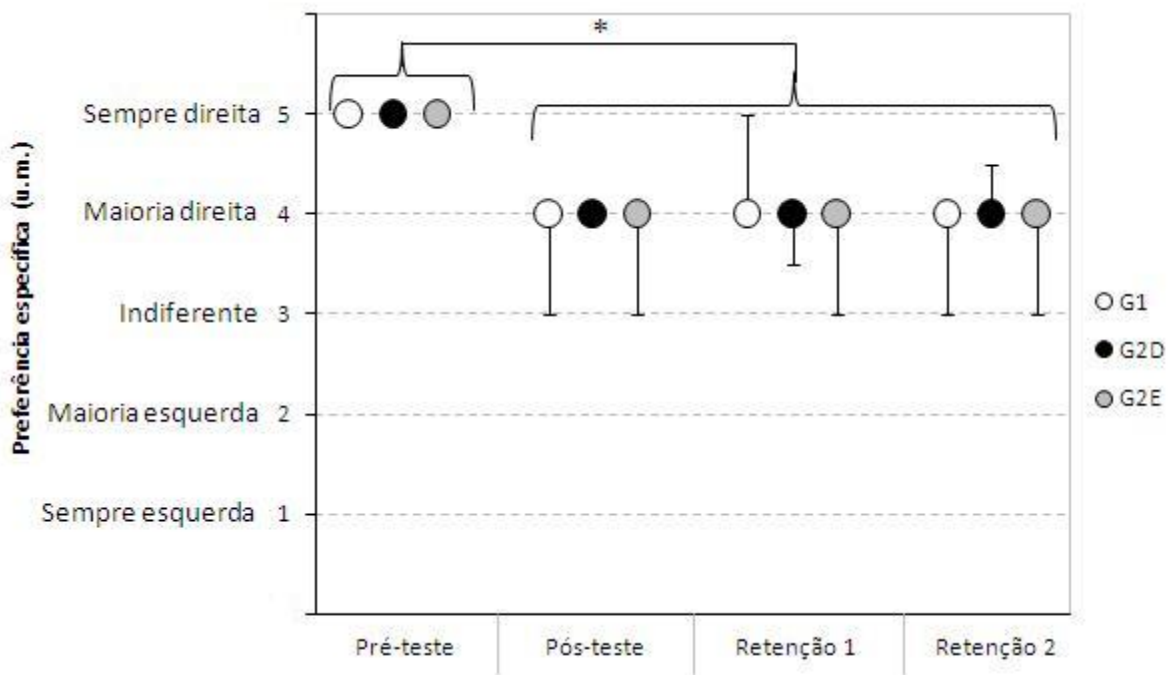
Figura 25 - Média e desvio padrão dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste transferência intertarefas (T1 e T2).



A análise da preferência manual específica para realizar a tarefa de rastreamento diagnosticou efeito para o fator fase nos grupos G1 ($X^2_{3,17}=27,89$;

$P < 0,001$), G2D ($X^2_{3,19} = 19,85$; $P < 0,001$) e G2E ($X^2_{3,17} = 26,46$; $P < 0,001$). Todos os grupos demonstraram modificar categoricamente a preferência lateral de “sempre direita” para “maioria direita” no pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z > 2,73$; $P < 0,01$). A comparação entre os grupos, em todas as fases de teste, não apresentou diferenças ($H_{3,83} < 3,45$; $P > 0,18$; cf. Figura 26)

Figura 26 - Mediana e intervalo interquartil dos escores de preferência lateral específica dos grupos (G1, G2D, e G2E), em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



Legenda: O * indica a diferença entre as fases.

A análise da percepção da segurança para o uso da mão esquerda apresentou efeito para o fator fase nos grupos G1 ($X^2_{3,17} = 17,52$; $P < 0,001$), G2D ($X^2_{3,19} = 12,50$; $P < 0,01$) e G2E ($X^2_{3,17} = 19,43$; $P < 0,001$). O grupo G1 apresentou mudança de segurança de “pequena” para “média” do pré-teste, em relação ao pós-teste e à retenção 2 ($Z > 2,09$; $P < 0,05$). O grupo G2D apresentou mudança da segurança de “pequena” para “média”, do pré-teste para o pós-teste e a retenção 1 ($Z > 2,03$; $P < 0,05$). O grupo G2E apresentou mudança da segurança de “pequena” para “média” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z > 2,13$; $P < 0,05$). As comparações entre os grupos apontaram diferença na retenção 1 ($H_{2,53} = 6,20$; $P < 0,05$), em que o grupo G1 apresentou menor escore em relação ao G2D ($Z = -2,09$; $P < 0,05$). A análise da segurança para o uso da mão

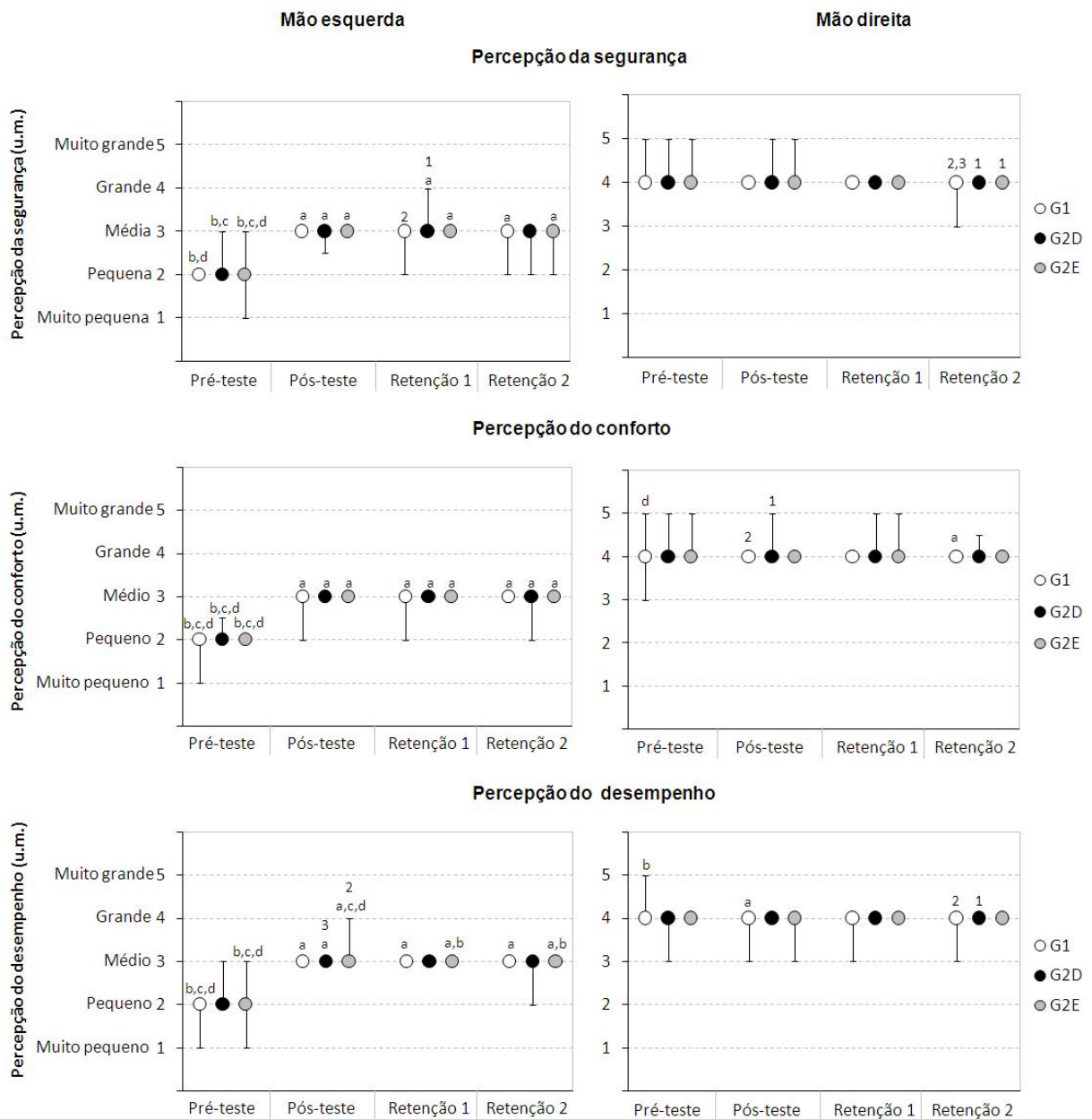
direita demonstrou efeito para o fator fase para o grupo G1 ($X^2_{3,17}=8,50$; $P<0,05$), no entanto, as comparações pareadas não indicaram diferença ($Z<1,96$; $P>0,05$). Os grupos G2D ($X^2_{3,19}=5,30$; $P=0,15$) e G2E ($X^2_{3,17}=1,09$; $P=0,78$) não demonstraram efeito de fase. A comparação entre os grupos apontaram diferença na retenção 2 ($H_{2,53}=9,44$; $P<0,05$), no qual o grupo G1 apresentou menor escore em relação ao G2D e ao G2E ($Z<-2,38$; $P<0,05$).

A análise da percepção do conforto para o uso da mão esquerda apresentou efeito para o fator fase para os grupos G1 ($X^2_{3,17}=22,94$; $P<0,001$), G2D ($X^2_{3,19}=20,10$; $P<0,001$) e G2E ($X^2_{3,17}=24,48$; $P<0,001$). Todos os grupos demonstraram mudança na percepção do conforto de “pequeno” para “médio” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,27$; $P<0,05$). A comparação entre os grupos não apontou diferença ($H_{2,53}<5,81$; $P>0,05$). A análise do conforto para o uso da mão direita demonstrou efeito do fator fase para o grupo G1 ($X^2_{3,17}=9,19$; $P<0,05$), em que houve uma redução do escore na retenção 2 em relação ao pré-teste ($Z=2,24$; $P<0,05$). Já os grupos G2D ($X^2_{3,19}=1,22$; $P=0,75$) e G2E ($X^2_{3,17}=6,36$; $P=0,09$) não demonstraram efeito para o fator fase. A comparação entre os grupos apontaram diferença no pós-teste ($H_{2,53}=7,74$; $P<0,05$), no qual o grupo G1 apresentou menor escore de percepção de conforto em relação ao G2D ($Z<-2,16$; $P<0,05$).

A análise da percepção do desempenho para o uso da mão esquerda apresentou efeito para o fator fase para os grupos G1 ($X^2_{3,17}=20,40$; $P<0,001$) e G2E ($X^2_{3,17}=22,92$; $P<0,001$). Os grupos G1 e G2E apresentaram mudança de percepção de desempenho de “pequeno” para “médio” do pré-teste em relação ao pós-teste, à retenção 1 e à retenção 2 ($Z>2,72$; $P<0,01$). O G2E apresentou uma redução no escore da percepção de desempenho da retenção 1 e retenção 2, em relação ao pós-teste ($Z>2,34$; $P<0,05$). O grupo G2D ($X^2_{3,19}=7,32$; $P=0,06$) não apresentou efeito para o fator fase. A comparação entre os grupos apontou diferença no pós-teste ($H_{2,53}=7,16$; $P<0,05$), no qual o grupo G2D apresentou menor escore em relação ao G2E ($Z<-2,23$; $P<0,05$). A percepção do desempenho utilizando a mão direita apresentou efeito para o fator fase para o grupo G1 ($X^2_{3,17}=10,31$; $P<0,05$), em que houve redução do escore no pós-teste em relação ao pré-teste ($Z=2,20$; $P<0,05$). Os grupos G2D ($X^2_{3,19}=4,78$; $P=0,18$) e G2E ($X^2_{3,17}=2,06$; $P=0,56$) não demonstraram efeito de fase. A comparação entre os

grupos apontou diferença na retenção 2 ($H_{2,53}=6,93$; $P<0,05$), em que o grupo G1 apresentou menor escore em relação ao G2D ($Z<-2,06$; $P<0,05$; cf. Figura 27).

Figura 27 - Escores das percepções (segurança, conforto e desempenho) dos grupos (G1, G2D, e G2E) em função das fases de teste (pré-teste, pós-teste, retenção 1 e retenção 2).



Legenda: Diferente de ^apré-teste, ^bpós-teste, ^cretenção 1 e ^dretenção 2 para o mesmo grupo, em função das fases. Diferente de: ¹G1, ²G2D, e ³G2E para a mesma fase, em função dos grupos.

7 DISCUSSÃO

7.1 DESEMPENHO, APRENDIZADO E TRANSFERÊNCIA

Em ambos os experimentos, todos os grupos analisados (Exp. I: GS, GTD, GTR e GRA; Exp. II: G1, G2D e G2E) apresentaram aperfeiçoamento no desempenho e aprendizado, nas tarefas praticadas (sequenciamento de toque de dedos e rastreamento, respectivamente para Exp. I e II). Entretanto, não houve efeito do tipo de prática sobre as variáveis analisadas nos experimentos. Assim, a inclusão de uma tarefa secundária durante a prática não acarretou em prejuízos para o aprendizado (Experimento I: GTD, GTR e GRA; Experimento II: G2D e G2E). Deste modo, não foi confirmada a hipótese de que a prática dupla proporcionaria um declínio no desempenho e no aprendizado motor. Por conseguinte, mesmo nas situações em que duas tarefas eram realizadas simultaneamente, o sistema foi capaz de alocar a atenção para ambas as tarefas, assegurando o desempenho e o aprendizado. Estes resultados corroboram com outros estudos para tarefas de toque de dedos (ANDRES, et al. 1999; FAQUIN; OKAZAKI, 2009), rastreamento (CANDIDO; OKAZAKI, 2009), equilíbrio em uma plataforma instável (WULF; MCNEVIN; SHEA, 2001), flexão e extensão de punho (DEBAERE, et al., 2004) e posicionamento de manopla em alvos distintos (TCHEANG et al., 2007; HOWARD; INGRAM; WOLPERT, 2010). Esta capacidade de aprender, mesmo durante a prática simultânea de duas tarefas, foi explicada de duas formas.

A primeira explicação seria que o aprendizado ocorreria de forma independente entre os lados (TCHEANG et al., 2007; HOWARD; INGRAM; WOLPERT; 2010), uma vez que, movimentos simétricos e assimétricos estão presentes no cotidiano (HOWARD et al., 2009). Desta forma, o aprendizado de um lado não seria afetado negativamente pela tarefa que o outro lado está desempenhando. Porém, esta independência de aprendizado entre os lados, aparenta ser susceptível ao contexto da tarefa (HOWARD; INGRAM; WOLPERT, 2010). Evidências para esta independência no aprendizado entre os lados têm sido verificada em estudos com primatas (DONCHIN et al. 1998; STEINBERG et al. 2002; CISEK et al. 2003).

Estudos neurofisiológicos em primatas têm proporcionado indicativos da existência de redes neurais parcialmente separadas para movimentos

unimanuais e bimanuais. Por exemplo, os neurônios do córtex motor primário (M1) apresentam atividade para movimentos bimanuais distintas da sua atividade para movimentos unimanuais (DONCHIN et al. 1998; STEINBERG et al. 2002) e também apresentam atividade distinta para alcances ipsilaterais e contralaterais (CISEK et al. 2003). Assim, a representação de movimentos bimanuais poderia ser parcialmente separada dependendo do contexto da tarefa, ou seja, resultando em uma aprendizagem independente. Por conseguinte, nestes contextos a atividade de um membro não influenciaria na aprendizagem do outro (cf. HOWARD; INGRAM; WOLPERT, 2010).

A segunda explicação seria baseada na teoria da capacidade variável de atenção (KAHNEMAN, 1973). Esta teoria considera a atenção como um reservatório (fonte ou recurso), indiferenciado de capacidade de processamento finita, de tal forma que esta capacidade pode ser flexivelmente subdividida entre duas tarefas concomitantes (KAHNEMAN, 1973). Logo, a realização de tarefas simultâneas dependeria da demanda atencional exigida por cada tarefa. Tarefas com alta demanda atencional, que excedessem o reservatório total de atenção, poderiam ter o desempenho prejudicado ou, até mesmo, não seriam realizadas (KAHNEMAN, 1973). No entanto, em tarefas com baixa demanda atencional, a capacidade de atenção poderia ser distribuída entre as várias funções mentais, permitindo o desempenho simultaneamente sem grandes prejuízos (KAHNEMAN, 1973). Uma teoria alternativa à proposta da existência de uma capacidade variável de atenção (KAHNEMAN, 1973), para explicar o controle voluntário de várias tarefas concomitantemente, foi elaborada por Navon e Gopher (1979).

Para explicar o alto índice de desempenho em várias tarefas realizadas simultaneamente, Navon e Gopher (1979) propuseram a teoria dos recursos múltiplos. Esta teoria aponta que a atenção não deveria ser considerada como uma única fonte de espaço (recurso ou reservatório) para ser compartilhada por processos mentais em um período de tempo, mas como múltiplas fontes nas quais poderiam ser alocados processos de naturezas distintas sem interferência central. Assim, apenas ocorreria declínio no desempenho motor se as tarefas compartilhassem a mesma fonte. Todavia, os resultados do Experimento II não corroboraram com essa proposição. Como as tarefas realizadas eram idênticas para ambos os lados, teoricamente, elas exigiriam os mesmos recursos atencionais. Deste modo, seria esperado um declínio no desempenho e no aprendizado motor, o

que não foi verificado no presente estudo. Vale ressaltar que o foco visual também foi controlado no experimento II. Caso contrário, a diferença encontrada entre prática simples e dupla poderia ser atribuída às limitações estruturais e não à atenção (cf. KAHNEMAN, 1973). Assim, a teoria de Navon e Gopher não aparentou ser apropriada para explicar os resultados do experimento II. Logo, a teoria da capacidade variável de atenção (KAHNEMAN, 1973) explicou melhor os resultados aqui encontrados, uma vez que, atenção poderia ser distribuída de maneira eficiente entre as várias funções mentais, mesmo em situações iniciais de aprendizagem de tarefas iguais realizadas simultaneamente.

Estudos que realizaram análises por ressonância magnética funcional também sugerem que essa disposição entre a alocação de atenção para diferentes tarefas pode ocorrer simultaneamente (BINKOFSKI, et al., 2002; ROWE, et al., 2002). Debaere e colaboradores (2004) demonstraram uma série de alterações na ativação encefálica, com destaque para a região do córtex pré-frontal dorsolateral (CPDL), que diminuiu a sua ativação ao longo da aprendizagem. Os autores atribuíram tais alterações na ativação devido à diminuição da demandas atencional supostamente ocasionadas pela automatização da tarefa praticada. Ademais, tem sido proposto que, indivíduos que se tornam habilidosos desenvolvem com mais proficiência esta característica de controlar voluntariamente dois ou mais movimentos simultaneamente (SCHNEIDER; SHIFFRIN, 1977; SHIFFRIN; SCHNEIDER, 1977; LEAVITT, 1979; ABERNETHY, 1988; SMITH; CHAMBERLIN, 1992; BEILOCK; CARR; MACMAHON; STARKES, 2002; BEILOCK; WIERENGA; CARR, 2002).

Suporte para o efeito benéfico da prática no controle voluntário de dois movimentos tem sido realizado por meio da comparação entre o desempenho de novatos e de experientes em tarefas duplas em jogadores de hockey (LEAVITT, 1979), badminton (ABERNETHY, 1988), futebol (SMITH; CHAMBERLIN, 1992; BEILOCK; CARR; MACMAHON; STARKES, 2002) e golfe (BEILOCK; WIERENGA; CARR, 2002). Os resultados destes estudos apontaram que, em situações de tarefas duplas, novatos apresentavam um declínio no desempenho, ao passo que, os experientes realizavam as tarefas sem grandes detrimientos em seu desempenho. Assim, aparentemente, existe uma relação inversamente proporcional entre a quantidade de prática e a demanda atencional. Isto é, quanto mais prática, melhores os desempenhos e, conseqüentemente, menor a quantidade de atenção necessária

para realizara tarefa (cf. Figura 16 e Figura 22). Ademais, a prática realizada no presente estudo também demonstrou indicativos de transferência de aprendizagem entre os membros.

A prática da tarefa de toque de dedos (Experimento I: GS, GTD, GTR e GRA) e da tarefa de rastreamento (Experimento II: G1) com a mão não-preferida (esquerda) resultou em melhoria no desempenho e no aprendizado da mão preferida (direita), o que forneceu indicativos de transferência interlateral de aprendizagem. Isto é, o membro que não realizou a prática durante a fase de aquisição melhorou seu desempenho devido à prática do membro contralateral homólogo. Os grupos G2D e G2E (Experimento II), também apresentaram melhora com a mão direita. No entanto, esta melhora no desempenho e no aprendizado não pôde ser atribuída ao fenômeno de transferência interlateral de aprendizagem. Como os grupos G2D e G2E também realizaram a prática da tarefa específica de rastreamento com as duas mãos, esta prática específica foi à responsável pelo aperfeiçoamento em seu desempenho e pelo aprendizado verificados. A transferência interlateral de aprendizagem também tem sido verificada e explicada por outros estudos (HICKS, FRANCK, KINSBOURN, 1982; KOHL; ROENKER, 1980; TEIXEIRA, 2000).

Hicks, Franck e Kinsbourne (1982) verificaram efeito de transferência interlateral para a tarefa de digitação. Porém, quando a mão de transferência estava segurando uma barra (perna da mesa), não ocorreu transferência interlateral para esta mão. Esses resultados foram explicados pelos autores pelo fato de que, com a apreensão da barra, os centros de controle do movimento estariam ocupados, logo, não estariam disponíveis para receber as informações necessárias para o aprendizado. Todavia, os resultados do presente estudo não forneceram suporte para essa proposição, uma vez que, os grupos GTD, GTR e GRA (Experimento I), durante a fase de aquisição, manuseavam o mouse para a realização da tarefa secundária. Assim, esta hipotética de sobrecarga na circuitaria dos centros de controle do movimento não pareceu ser um aspecto determinante para a transferência interlateral ocorrer ou não. Consequentemente, o compartilhamento dos elementos cognitivos poderia ser uma explicação mais plausível para a transferência interlateral de aprendizagem.

Elementos cognitivos aparentam ter papel fundamental para a transferência interlateral de aprendizagem (KOHL; ROENKER, 1980). A medida em

que uma tarefa é praticada com um determinado membro, não é necessário reaprender os elementos cognitivos comuns ao objetivo e procedimentos da tarefa (“o que fazer” e “como fazer”) quando iniciar a prática com outro membro. Assim, o aprendiz começaria a prática com o outro membro em um estágio melhor de desempenho em comparação a uma situação em que não tivesse praticado com o outro membro (KOHL; ROENKER, 1980). Teixeira (2000) aponta que os componentes perceptuais seriam um dos principais responsáveis pela transferência interlateral. Além da proposta baseada nos elementos cognitivos, a transferência interlateral também pode ser explicada pelo compartilhamento de redes neurais e ativações cerebrais (TAYLOR; HEILMAN, 1980).

Estudos com ressonância magnética também proporcionam subsídios para explicar a transferência interlateral de aprendizagem (SOLODKIN et al., 2001; HAALAND et al., 2004). Tem sido proposto que o desempenho na tarefa de toques sequenciais entre os dedos, realizada por qualquer uma das mãos, é caracterizado por ativação cerebral bihemisférica (SOLODKIN, et. al., 2001), com predominância do hemisfério cerebral esquerdo (HAALAND et. al., 2004). Assim, aparentemente, as duas mãos compartilham uma parte importante do conjunto neural utilizado no controle de movimentos sequenciais. Desta forma, a prática com o lado não-preferido proporcionaria melhoras no desempenho para ambos os lados, em função da transferência de aprendizado que foi explicada através deste compartilhamento de redes neurais (TAYLOR; HEILMAN, 1980). Tal explicação também foi utilizada no presente estudo para explicar a transferência interlateral de aprendizado verificada no experimento I.

7.2 PREFERÊNCIA LATERAL E PERCEPÇÕES DA SEGURANÇA, DO CONFORTO E DO DESEMPENHO

No experimento I, a prática proporcionou aos grupos (GS, GTD, GTR e GRA) alterações na preferência específica para realizar a tarefa de toque de dedos de “sempre direita” para “maioria esquerda”. Os escores de percepção da segurança, do conforto e do desempenho, demonstraram um aumento nos escores de “pequeno” para “grande” na mão esquerda e diminuiu de “grande” para “médio” na mão direita. Assim, foi verificado um “efeito gangorra”, ou seja, o aumento nos indicadores de percepção para mão esquerda resultou em uma queda proporcional

nos mesmos indicadores para a mão direita. Esses resultados demonstraram a mudança de fatores que, possivelmente, também contribuem na formação da preferência lateral.

No experimento II, a prática também proporcionou alterações nos escores de preferência específica para a tarefa de rastreamento em todos os grupos (G1, G2D e G2E). No entanto, esta alteração não foi forte o suficiente para gerar a mudança da preferência da mão direita para a mão esquerda. A prática apenas proporcionou uma redução na força da preferência lateral destra com a classificação de “sempre direita” modificada para “maioria direita”. As percepções, de modo geral, aumentaram suas magnitudes de “pequeno” para “médio” para a mão esquerda, enquanto na mão direita não houve alterações. Essas ausências de alterações nos escores podem ser atribuídas à quantidade de prática fornecida, uma vez que os aprendizes, possivelmente, já teriam alguma experiência em utilizar o mouse com a mão direita. Além do mais, a própria prática com a mão direita, nos grupos de tarefa dupla do experimento II, poderia fortalecer a representação das variáveis que formam a preferência lateral.

O grupo G2D (experimento II) não apresentou alteração para percepção do desempenho para mão esquerda. Tal resultado poderia passar a impressão de que a representação perceptiva do desempenho não teria sido reforçada devido à atenção ter sido direcionada para a mão direita durante a prática. No entanto, esta afirmação parece ser equivocada, pois o grupo G2D iniciou com uma percepção do desempenho ligeiramente mais alta, como pode ser observado através do terceiro quartil (cf. Figura 27), fato esse que contribui para não haver diferença entre as fases de teste antes e após a prática.

As alterações da preferência lateral encontradas nos experimento I e II podem ser atribuídas, parcialmente, às alterações na percepção da segurança, do conforto e do desempenho devido à prática. Desta forma, foi sugerido que as percepções do indivíduo sobre sua segurança, seu conforto e seu desempenho, podem influenciar a formação da preferência lateral. Por exemplo, no experimento I após a prática houve um aumento nos escores das percepções analisadas para a mão esquerda e diminuição para a direita, o que levou a mudança da preferência de “sempre direita” para “maioria esquerda”. Por sua vez, o experimento II demonstrou que a prática enfraqueceu a força da preferência lateral de “sempre direita” para “maioria direita”, em função do pequeno aumento nos escores das variáveis de

percepção analisadas para a mão esquerda (mas sem alteração na mão direita). Estes resultados em conjunto também sugerem que, para ocorrer a modificação da preferência lateral de um lado para outro (direita para esquerda, por exemplo), deve haver maior percepção de segurança, conforto e desempenho para o lado desejado. Ao passo que, possivelmente, o maior escore na percepção destas variáveis para os dois lados poderia levar à formação da ambidestria (preferência neutra).

Outros estudos também forneceram suporte para demonstrar que a formação da preferência lateral é fortemente influenciada pela a prática (MIKHEEV, et al., 2002; TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007; FAQUIN; OKAZAKI, 2009; CANDIDO; OKAZAKI, 2009). Por exemplo, estudos que analisaram a tarefa de sequencia de toques de dedos, com a prática com a mão não-preferida (esquerda), demonstraram a mudança de preferência lateral: de “sempre direita” para “maioria esquerda” (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2007), de “sempre direita” para “indiferente” (TEIXEIRA; OKAZAKI, 2007) e de “sempre direita” para “indiferente” (FAQUIN; OKAZAKI, 2009). Teixeira e Okazaki (2007) também constataram que esta mudança de preferência foi transferida para outras sequencias de toques de dedos analisadas. A mudança de preferência lateral de “sempre direita” para “indiferente”, após a prática com o lado não-preferido (perna esquerda), também foi verificada em tarefa de equilíbrio em plataforma instável (MATHIAS, 2011).

Candido e Okazaki (2009) também demonstraram a alteração da preferência lateral de “sempre direita” para “indiferente” após a prática de uma tarefa de rastreamento. No entanto, esta mudança de preferência lateral ocorreu apenas para o grupo que realizou prática simples na tarefa de rastreamento. O grupo de prática com tarefa dupla (rastreamento e sequencia de toques de dedos) não apresentou alteração na preferência lateral. Por conseguinte, foi proposto que além da prática, a demanda atencional também seria um fator determinante na formação da preferência lateral (CANDIDO; OKAZAKI, 2009).

Para explicar a formação da preferência lateral, no presente estudo foi elaborada a hipótese de que existiria um modelo interno, isto é, uma representação perceptivo-lateral-motora, que auxiliaria na escolha por um dos lados do corpo para realizar a resposta motora. Esta representação perceptivo-lateral-motora seria uma estrutura armazenada na memória, dependente da percepção sobre as restrições que atuam sobre o sistema (interação indivíduo-ambiente-tarefa) e responsável pela preferência lateral para a realização de uma determinada tarefa

motora. Nesta lógica, a percepção teria papel fundamental para o julgamento dos diversos fatores que poderiam influenciar na escolha da preferência (desempenho, conforto, segurança, etc.). Desta forma, a atenção seria um dos principais responsáveis por fortalecer esta representação na memória e, assim, consolidar a preferência lateral.

Dentro deste escopo, no presente estudo, era esperado que os grupos que realizaram a prática simples (apenas uma tarefa durante a fase de prática), que possuíram seu foco de atenção exclusivo para a tarefa primária, apresentariam um fortalecimento mais expressivo da representação perceptivo-lateral-motora. Ao passo que, os grupos que realizaram a prática em tarefa dupla teriam sua atenção dividida, o que levaria ao menor fortalecimento da representação perceptivo-lateral-motora para mudar a preferência lateral destes grupos. Os resultados do presente estudo, no entanto, demonstraram mudança de preferência lateral semelhante para todos os grupos analisados.

A mudança da preferência lateral semelhante entre os grupos, analisados nos dois experimentos, foi explicada pela quantidade de atenção destinada para a tarefa primária. Os índices de atenção no experimento I, analisados por meio do desempenho normalizado pelo número de toques de dedos, permaneceram acima de 80% em todos os grupos para realizar a tarefa primária (cf. Figura 16). A análise do tempo de reação simples dos grupos (GTD, GTR e GRA) também demonstrou que a quantidade de atenção entre estes grupos ficou muito próxima. Por conseguinte, a grande quantidade de atenção fornecida para a tarefa primária de toques de dedos pode ter sido suficiente para reforçar a representação perceptivo-lateral-motora. Deste modo, permitindo a todos os grupos que modificassem sua preferência lateral de forma equitativa. Os resultados do nível atencional apresentados no experimento II também forneceram subsídios para esta explicação.

O índice atencional do experimento II, analisado nos grupos de tarefa dupla (G2D e G2E), por meio do desempenho na tarefa de rastreamento, permaneceu acima de 80% (cf. Figura 22) para a mão não-preferida (esquerda). A normalização do índice atencional, em função das mãos utilizadas para realizar a tarefa, demonstrou níveis ligeiramente superiores para a mão não-preferida (cf. Figura 23). No entanto, essa maior atenção destinada para a mão não-preferida (esquerda), necessitaria de maior quantidade de prática para reforçar a

representação perceptivo-lateral-motora e, conseqüentemente, ocorrer uma forte mudança na preferência lateral, como ocorreu no experimento I. Deste modo, esta maior atenção associada à quantidade de prática realizada pareceu ser capaz de modificar alguns dos componentes que também seriam importantes para a formação da preferência lateral, tais como a percepção da segurança, do conforto e do desempenho motor. Por conseguinte, a preferência lateral para a tarefa de rastreamento foi enfraquecida de “sempre direita” para “maioria direita”.

A análise dos resultados em conjunto não permitiu aceitar a hipótese de que a atenção seria fator determinante para o fortalecimento de uma possível representação, nominada no presente estudo como representação perceptivo-lateral-motora. A grande quantidade de atenção para a tarefa primária, possivelmente, permitiu o fortalecimento das percepções de segurança, de conforto e de desempenho da mão esquerda, o que pode ter levado à mudança da preferência lateral verificada nos experimentos. Assim, a preferência lateral demonstrou ser um componente dinâmico do comportamento motor humano, no qual os fatores ambientais demonstram ser um importante componente para sua formação (PROVINS, 1997a; ASHTON, 1982).

8 CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos I e II apontaram a melhora no desempenho e no aprendizado, tanto em situação de prática simples quanto de prática dupla, durante a aquisição das habilidades motoras analisadas. Assim, em determinados contextos, a aprendizagem pode ocorrer de maneira independente, ou seja, a atividade de uma mão pode não afetar a aprendizagem da outra, desde que as demandas atencionais das duas tarefas não excedam os recursos atencionais necessários. Deste modo, foi refutada a hipótese de que em situações de prática dupla haveria prejuízo no desempenho e no aprendizado das tarefas praticadas.

A prática com a mão não-preferida resultou na melhora do desempenho e aprendizado da mão preferida. Esse fenômeno de transferência interlateral de aprendizagem foi atribuído ao compartilhamento das redes neurais e aos fatores cognitivos inerentes à tarefa. Por conseguinte, foi refutada a hipótese de que a realização concomitante de duas tarefas inibiria a transferência interlateral de aprendizagem.

Todos os grupos analisados mudaram sua preferência lateral específica para realizar as tarefas praticadas, independentemente de realizarem a condição de prática dupla ou simples. Esses resultados foram explicados pelas alterações nas percepções de segurança, de conforto e de desempenho em função da quantidade de prática e de atenção voltada para as tarefas. Conseqüentemente, a hipótese de que a preferência lateral apenas seria modificada em situações de prática simples foi refutada.

Em conjunto, os resultados do presente estudo sugerem a grande capacidade de aprendizagem que o ser humano possui. Assim, desde que respeitadas as demandas atencionais necessárias para cada tarefa, mais habilidades motoras poderiam ser praticadas concomitantemente sem prejudicar o processo de aprendizagem. Também, foi sugerido que a preferência lateral é um elemento dinâmico do comportamento motor humano. Ademais, para que mudanças na preferência lateral ocorram, a percepção de variáveis de segurança, de conforto, de desempenho, etc., deve ser mais favorável para um dos lados. Deste modo, estratégias e/ou contextos que favoreçam o fortalecimento destas percepções, associadas à prática motora, seriam mais eficientes para a mudança da preferência lateral para o lado desejado.

Recomenda-se para estudos futuros a análise do desempenho, do aprendizado e da preferência lateral, em diferentes habilidades motoras e contextos, envolvendo práticas simples e duplas. Também, foram sugeridos estudos que analisem o efeito da manipulação de diferentes variáveis perceptivas (i.e., conforto, segurança, desempenho, etc.), em relação à tarefa praticada, sobre a formação da preferência lateral.

REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, B. Attention. In: SINGER, R.; MURPHEY, M.; TENNANT, L. K. (Eds.), **Handbook of Research on Sport Psychology**. New York, McMillan Publ. Co. 127-170, 1993.
- ABERNETHY, B. Dual-task methodology and motor skills research: Some applications and methodological constraints. **Journal of Human Movement Studies**, 14, 101–132, 1988.
- ALLEN, M. Models of hemispheric specialization. **Psychological Bulletin**, 93, 73-104, 1983.
- AMAZEEN, E. L., AMAZEEN, P. G., TREFFNER, P. J. & TURVEY, M. T. Attention and handedness in bimanual coordination dynamics. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 23, 1552–1560, 1997.
- ANDRES, F. G.; MIMA, T.; SCHULMAN, A. E.; DICHGANS, J.; HALLETT, M.; GERLOFF, C. Functional coupling of human cortical sensorimotor areas during bimanual skill acquisition. **Brain**, 122, 855–870, 1999.
- ANETT, M. Assessment of laterality. In: CRAWFORD, J. R.; PARKER, D. M.; MCKINLAY, W. W. (Eds.), **A handbook of neuropsychological assessment**, 51-70. Hove: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1992.
- ANNETT, M. Genetic and nongenetic influences on handedness. **Behavior Genetics**, 8, 227-249, 1978.
- ARMITAGE, M.; LARKIN, D. Laterality, motor asymmetry and clumsiness in children. **Human Movement Science**, 12, 155-77, 1993.
- ASHTON, G. C. Handedness: An alternative hypothesis. **Behavior Genetics**, 12, 125-147, 1982.
- BAKAN, P.; DIPP, G.; EID, P. Handedness and birth stress. **Neuropsychologia**, 11, 363-366, 1973.
- BEILOCK, S. L.; WIERENGA, S. A.; CARR, T. H. Expertise, attention, and memory in sensorimotor skill execution: Impact of novel task constraints on dual-task performance and episodic memory. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 4, 1211–1240, 2002.
- BEILOCK, S. L.; CARR, T. H.; MACMAHON, C.; STARKES, J. L. When paying attention becomes counterproductive: Impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, 8, 6–16, 2002.
- BINKOFSKI, F.; FINK, G. R.; GEYER, S.; BUCCINO, G.; GRUBER, O.; SHAH, N. J.; TAYLOR, J. G.; SEITZ, R. J.; ZILLES, K.; FREUND, H. J. Neural activity in human primary motor cortex areas 4^a and 4^p is modulated differentially by attention to action. **Journal of Neurophysiology**, 88, 514-519, 2002.

- BISHOP, D. V. M. Does hand proficiency determine hand preference? **British Journal of Psychology**, 80, 191-199, 1989.
- BRACKENRIDGE, C. J. Secular variation in handedness over ninety years. **Neuropsychologia**, 19, 459-462, 1981.
- BRADSHAW, J. L. Models of hemispheric interaction. In: (Ed) **Hemispheric specialization and psychological function**. Chichester: John Wiley and Sons, 1989.
- BROADBENT, D. E. **Perception and communication**. London, Pergamon Press, 1958.
- BRYDEN, M. P. Choosing sides: The left and right of normal brain. **Canadian Psychology**, 31, 297-309, 1990.
- BRYDEN, M. P.; ARDILA, A.; ARDILA, O. Handedness in native Amazonians. **Neuropsychologia**, 31, 301-308, 1993.
- CANDIDO, C. R. C.; OKAZAKI, V. H. A. Efeito da atenção sobre a preferência manual e assimetria interlateral no aprendizado em tarefa de rastreamento. In: TEIXEIRA, L. A.; OKAZAKI, V. H. A.; LIMA, A. C.; PEREIRA, C. F.; FREITAS, S. L.; LIMA, E. S. (Org.). **Especialização em Aprendizagem Motora** (v.2). 1 ed. São Paulo - SP: USP, v. 2, p. 38-48, 2009.
- CHERRY, E. C. Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. **Journal of the Acoustical Society of America**, 25, 975-979, 1953.
- CIONI, G.; PELLEGRINETTI, G. Lateralization of sensory and motor functions in human neonates. **Perceptual and Motor Skills**, 54, 1151-1158, 1982.
- CISEK, P.; CRAMMOND, D. J.; KALASKA, J. F. Neural activity in primary motor and dorsal premotor cortex in reaching tasks with the contralateral versus ipsilateral arm. **Journal of Neurophysiology**, 89, 922-942, 2003.
- COHEN, J. D.; DUNBAR, K.; MCCLELLAND, J. L. On the control of automatic processes: a parallel distributed processing account of the Stroop effect. **Psychological Review**, 97, 332-361, 1990.
- COLEBATCH, J. G.; DEIBER, M. P.; PASSINGHAM, R. E.; FRISTON, K. J.; FRACKOWIAK, R. S. J. Regional cerebral blood flow during voluntary arm and hand movements in human subjects. **Journal of Neurophysiology**, 65, 1392-1401, 1991.
- CROVITZ, H. F.; ZENER, K. A group-test for assessing hand- and eyedominance. **American Journal of Psychology**, 75, 271-276, 1962.
- CSIBRA, G.; JOHNSON, M. H.; TUCKER, L. A. Attention and oculomotor control: A high-density ERP study of the gap effect. **Neuropsychologia**, 35, 855-865, 1997.

- DEBAERE, F.; WENDEROTH, N.; SUNAERT, S.; VAN HECKE, P.; SWINNEN, S. P. Changes in brain activation during the acquisition of a new bimanual coordination task. **Neuropsychologia**, 42, 855–867, 2004.
- DEUTSCH, J. A.; DEUTSCH, D. Attention: Some theoretical considerations. **Psychological Review**, 70, 80-90, 1963.
- DONCHIN, O.; GRIBOVA, A.; STEINBERG, O.; BERGMAN, H.; VAADIA, E. Primary motor cortex is involved in bimanual coordination. **Nature**, 395, 274–278, 1998.
- ELLS, J. G. Analysis of temporal and attentional aspects of movement control. **Journal of Experimental Psychology**, 99, 10-21, 1973.
- FAQUIN, B. S. & OKAZAKI, V. H. A. Efeito da atenção sobre a preferência manual: Desempenho e aprendizado na tarefa de sequenciamento de toque de dedos. In: TEIXEIRA, L. A.; OKAZAKI, V. H. A.; LIMA, A. C.; PEREIRA, C. F.; FREITAS, S. L.; LIMA, E. S. (Org.). **Especialização em Aprendizagem Motora** (v.2). 1 ed. São Paulo - SP: USP, v. 2, p. 18-28, 2009.
- GLENCROSS, D. J. Response planning and the organization of speed movements. In R. S. NICKERSON (Ed.), **Attention and Performance VIII**. 107-125. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1980.
- HAALAND, K. Y.; ELSINGER, C. L.; MAYER, A. R.; DURGERIAN, S.; RAO, S. M. Motor sequence complexity and performing hand produce differential patterns of hemispheric lateralization. **Journal of Cognitive Neuroscience**, 16, 621-636, 2004.
- HEALEY, J. M.; LIEDERMAN, J.; GESCHWIND, N. Handedness is not a unidimensional trait. **Cortex**, 22, 33-53, 1986.
- HICKS, R. E.; FRANCK, J. M.; KINSBOURNE, M. The locus of bimanual skill transfer. **Journal of General Psychology**, 107, 277-81, 1982.
- HICKS, R. E.; GUALTIERI, T. C.; SCHOROEDER, S. R. Cognitive and motor components of bilateral transfer. **American Journal of Psychology**, 96, 223-28, 1983.
- HOWARD, I. S.; INGRAM, J. N.; KORDING, K. P.; WOLPERT, D. M.; The statistics of natural movements are reflected in motor errors. **Journal of neurophysiology**, 102, 1902–1910, 2009.
- HOWARD, I. S.; INGRAM, J. N.; WOLPERT, D. M. Context-dependent partitioning of motor learning in bimanual movements. **Journal of neurophysiology**, 104, 2082–2091, 2010.
- JAMES, W. **Principles of psychology**. New York: Holt., 1890.
- JANCKE, L.; STEINMETZ, H. Hand motor performance and degree of asymmetry in monozygotic twins. **Cortex**, 31, 779-785, 1995.
- KAHNEMAN, D. **Attention and effort**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.

- KOCHA, K.; WAGNER, G.; VON CONSBRUCH, K.; NENADIC, I.; SCHULTZ, C.; EHLE, C.; REICHENBACH, J.; SAUERA, H.; SCHLÖSSER, R. Temporal changes in neural activation during practice of information retrieval from short-term memory: An fMRI study. **Brain Research**, 1107, 140-150, 2006.
- KOHL, R. M.; ROENKER, W. R. Bilateral transfer as a function of mental imagery. **Journal of motor behavior**, 12, 197-206, 1980.
- LEAVITT, J. L. Cognitive demands of skating and stickhandling in ice hockey. **Canadian Journal of Applied Sport Science**, 4, 46-55, 1979.
- LEVY, J. A review for a genetic component in the determination of handedness. **BehaviorGenetics**, 6, 429-453, 1976.
- MARIM, E. A.; OKAZAKI, V. H. A. Inventário de Preferência Lateral Global - IPLAG. In: TEIXEIRA, L.A.; CLAUDIO, A.P.K.; LIMA, A.C.; PEREIRA, C.F.; SOUZA, R.M.; FREITAS, S.L.; OKAZAKI, V.H.A.. (Org.). **Especialização em Aprendizagem Motora** (v.3). 1 ed. São Paulo - SP: USP, v. 3, p. 32-65, 2010.
- MASTERS, R. S. W. Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. **British Journal of Psychology**, 83, 343–358, 1992.
- MATHIAS, K. R. **Efeito da prática sobre a preferência lateral e transferência interlateral em tarefa de equilíbrio dinâmico**. 2011. Monografia (Graduação no Curso de Bacharelado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.
- MIKHEEV, M.; MOHRB, C.; AFANASIEV, S.; LANDIS, T.; THUT, G. Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified judo wrestlers. **Neuropsychologia**, 40, 1209–1219, 2002.
- NAVON, D.; GOPHER, D. On the economy of the human processing system. **Psychological Review**, 86, 214–255, 1979.
- OGDEN, G. D.; LEVINE, J. M.; EISNER, E. J. Measurement of workload by secondary tasks. **Human Factors**, 21, 529–548, 1979.
- OKAZAKI, V. H. A. **Analog-to-Digital Adaptor for Laboratory Tasks (v.1.5)**. (Hardware: Conversor Analógico-Digital para desenvolvimento de instrumentos laboratoriais.), 2009.
- OKAZAKI, V. H. A. **Eletronic Glove for Finger's Timing Tasks (v.1.0)**. (Hardware: Luva eletrônica para quantificar o número de toques e tempo de movimento em tarefa de toques de dedos), 2011.
- OKAZAKI, V.H.A. **FingerSequenceTask (v.2.0)**. Software de análise de toques inter-dígitos. [HTTP://okazaki.webs.com], 2011.
- OKAZAKI, V.H.A. **Tracking Task (v.2.1)**. Software de análise da tarefa de rastreamento. [HTTP://okazaki.webs.com], 2008.

- OLDFIELD, R.C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, 9, 97-113, 1971.
- PELLEGRINI, A. M.; ANDRADE, E. C.; TEIXEIRA, L. A. Attending to the non-preferred hand improves bimanual coordination in children. **Human Movement Science**, 23, 3-4, 447-460, 2004.
- PETERS, M. Does handedness play a role in the coordination of bimanual movement? In SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Eds). **Interlimb coordination: Neural, dynamical, and cognitive constraints**. San Diego, CA: Academic Press, 1994.
- PETERS, M.; MURPHY, K. Cluster analysis reveals at least three, and possibly Five distinct handedness groups. **Neuropsychologia**, 30, 373-80, 1992.
- PETRIE, B. F.; PETERS, M. Handedness: left/right differences in intensity of grasp response and duration of rattle holding in infants. **Infant Behavior and Development**, 3, 215-21, 1980.
- PORAC, C.; COREN, S. **Lateral preferences and human behaviour**. New York: Springer-Verlag, 1981.
- PORAC, C.; COREN, S.; DUNCAN, P. Life-span age trends in laterality. **Journal of Gerontology**, 35, 715-721, 1980.
- PORAC, C.; COREN, S.; SEARLEMAN, A. Environmental factors in hand preference formation: Evidence from attempts to switch the preferred hand. **Behavior Genetics**, 16, 251-261, 1986.
- POSNER, M. I.; KEELE, S. W. Attentional demands of movements. **Proceedings of the 17th International Congress of Applied Psychology**. Amsterdam: Swets & Zeitlinger, 1969.
- PROVINS, K. A. Handedness and speech: A critical reappraisal of the role of genetic and environmental factors in the cerebral lateralization of function. **Psychological Review**, 104, 554-571, 1997a.
- PROVINS, K. A. The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. **Journal of Motor Behavior**, 29, 183-192, 1997b.
- PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; KATZ, L. C.; LAMANTIA, A. S.; MCNAMARA, J. O.; WILLIAMS, S. M. **Neurociências**. 2ª edição, São Paulo: Artmed, 2005.
- RILEY, M. A., AMAZEEN, E. L., AMAZEEN, P. G., TREFFNER, P. J. & TURVEY, M. T. Effects of temporal scaling and attention on the asymmetrical dynamics of bimanual coordination. **Motor Control**, 1, 263-283, 1997.
- ROWE, J.; FRISTON, K.; FRACKOWIAK, R.; PASSINGHAM, R. Attention to action: specific modulation of corticocortical interactions in humans. **Neuroimage**, 17, 988-998, 2002.

- SAINBURG, R.L. Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. **Experimental Brain Research**, 142, 241-58, 2002.
- SCHMIDT, R. A. More on motor programs. In KELSO, J. A. S. (Eds.), **Human motor behavior: An introduction**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 219–235, 1982.
- SCHNEIDER, W.; SHIFFRIN, R. M. Controlled and automatic human information processing: i. Detection, search, and attention. **Psychological Review**, 84, 1-66, 1977.
- SHERIDAN, T.; STASSEN, H. Definitions, models, and measures of human workload. In MORAY N. (Ed.), **Mental workload: Its theory and measurement**. New York: Plenum Press, 219–233, 1979.
- SHERWOOD, D. E.; RIOS, V. Divided attention in bimanual aiming movements: Effects on movement accuracy. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 72, 210–218, 2001.
- SHIFFRIN, R. M.; CRAIG, J. C.; COHEN, E. On the degree of attention and capacity limitations in tactile processing. **Perception and Psychophysics**, 13, 329, 1973.
- SHIFFRIN, R. M.; SCHNEIDER, W. Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. **Psychological Review**, 84, 127- 90, 1977.
- SIU, K.; WOOLLACOTT, M. H. Attentional demands of postural control: the ability to selectively allocate information-processing resources. **Gait and Posture**, 25, 121-126, 2007.
- SMITH, M. D.; CHAMBERLIN, C. J. Effect of adding cognitively demanding task on soccer skill performance. **Perceptual and Motor Skills**, 75, 955-961, 1992.
- SOLODKIN, A.; HLUSTIK, P.; NOLL, D. C.; SMALL, S. L. Lateralization of motor circuits and handedness during finger movements. **European Journal of Neurology**, 8, 425-434, 2001.
- STEINBERG, O.; DONCHIN, O.; GRIBOVA, A.; CARDOSA DE OLIVEIRA, S.; BERGMAN, H.; VAADIA, E. Neuronal populations in primary motor cortex encode bimanual arm movements. **European Journal of Neuroscience**, 15, 1371–1380, 2002.
- SWINNEN, S.; JARDIN, K.; MEULENBROEK, R. Between-limb asynchronies during bimanual coordination: Effects of manual dominance and attentional cueing. **Neuropsychologia**, 34, 1203–1213, 1996.
- TAYLOR, H. G.; HEILMAN, K. M. Left-hemisphere motor dominance in righthanders. **Cortex**, 16, 587-603, 1980.
- TCHEANG, L.; BAYS, P. M.; INGRAM, J. N.; WOLPERT, D. M. Simultaneous bimanual dynamics are learned without interference. **Experimental brain research**, 25, 183-17, 2007.

- TEIXEIRA L. A. Timing and force components in bilateral transfer of learning. **Brain and Cognition**, 44, 455–469, 2000.
- TEIXEIRA, L. A. *Controle motor*. 1ª edição, São Paulo: Manole, 2006.
- TEIXEIRA, L. A., & TEIXEIRA, M. C. T. Shift of manual preference in right-handers following unimanual practice. **Brain and Cognition**, 65, 238-243, 2007.
- TEIXEIRA, L. A.; GASPARETTO, E. R. Lateral asymmetries in the development of the overarm throw. **Journal of Motor Behavior**, 34, 151-160, 2002.
- TEIXEIRA, L. A.; OKAZAKI, V. H. A. Shift of manual preference by lateralized practice generalizes to related motor tasks. **Experimental Brain Research**, 183, 417-423, 2007.
- TEIXEIRA, L. A.; PAROLI, R. Assimetrias laterais em ações motoras: preferência versus desempenho. **Motriz**, 6, 1-8, 2000.
- TREFFNER, P. J.; TURVEY, M. T. Handedness and the asymmetric dynamics of bimanual rhythmic coordination. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 12, 318–333, 1995.
- TREISMAN, A. Strategies and models of selective attention. **Psychological Review**, 76, 282–299, 1969.
- WEISSMAN, D. H.; WOLDORFFA, M. G.; HAZLETTA, C. J.; MANGUNB, G. R. Effects of practice on executive control investigated with fMRI. **Cognitive Brain Research**, 15, 47–60, 2002.
- WELFORD, A. T. The psychological refractory period and the timing of high-speed performance. A review and theory. **British Journal of Psychology**, 43, 2-19, 1952.
- WICKENS, C. D. **Engineering psychology and human performance**. (2nd ed.) New York: HarperCollins, 1992.
- WILDGRUBER, D.; KISCHKA, U.; ACKERMANN, H.; KLOSE, U.; GRODD, W. Dynamic pattern of brain activation during sequencing of word strings evaluated by fMRI. **Cognitive Brain Research**, 7, 285–294, 1999.
- WULF G.; MCNEVIN, N. H.; SHEA C. H. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attention focus. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 54, 1143-1154, 2001.
- YEO, R. A.; GANGESTAD, S. W.; DANIEL, W. F. Hand preference and developmental instability. **Psychobiology**, 21, 161-168, 1993.
- ZELAZNIK, H. N.; SHAPIRO, D. C.; MCCLOSKEY, D. Effects of a secondary task on the accuracy of single aiming movements. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 7, 1007-1018, 1981.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO.

Este é um convite especial para seu filho (a) participar voluntariamente do estudo “Efeito da atenção sobre a preferência e o aprendizado de tarefas motoras”. Esta pesquisa será desenvolvida como dissertação do programa de mestrado em Educação Física associado das Universidades Estaduais de Maringá e Londrina (UEM/UEL), pelo estudante Prof. Msd. Bruno Secco Faquin, sob a orientação do Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki.

OBJETIVO DO ESTUDO: analisar o efeito da atenção sobre a formação da preferência lateral, desempenho e aprendizado em tarefas manuais..

PROCEDIMENTOS: Seu filho (a) participará de atividades envolvendo testes simples realizados por um computador e de uma tarefa manual de sequenciamento de toques de dedos. Estas atividades serão realizadas em sessões durante o período de 3 dias com duração aproximada de 30 minutos e mais uma sessão de aproximadamente 10 minutos após o terceiro dia. Estas avaliações serão realizadas a partir da primeira quinzena de outubro de 2011.

BENEFÍCIOS ESPERADOS: espera-se que a realização deste estudo promova o conhecimento dos processos de adaptação relativos à atenção, à aprendizagem motora, ao desempenho motor e à preferência manual. À medida que este é um tema original de pesquisa, fica aparente que estes resultados possuem grande potencial em contribuir substancialmente com o corpo de conhecimento sobre o controle e aprendizagem de ações motoras.

DESPESAS: o presente estudo não acarreta qualquer tipo de despesa ao participante.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: A participação de seu filho (a) neste estudo é voluntária e terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para vocês.

GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE: As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. O pesquisador garante que o nome do seu filho (a) não será divulgado sob hipótese alguma.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS: Você pode e deve fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar a participação do seu filho (a) no estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pergunte diretamente ao pesquisador Bruno Secco Faquin ou entre em contato através do telefone (43) 9155-0764.

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS: Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki e Prof. Msd. Bruno Secco Faquin.

Diante do exposto acima eu, _____, portador do R.G. _____ declaro que fui esclarecido sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Autorizo a participação livre e espontânea de meu filho(a) _____ para o estudo em questão. Foi assegurado ao meu filho (a) o direito de abandonar o estudo a qualquer momento, se ele ou eu assim o desejar.

Londrina, _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável

APÊNDICE B

INVENTÁRIOS DE PREFERÊNCIA LATERAL ESPECÍFICA PARA A TAREFA DE TOQUE DE DEDOS E PERCEPÇÕES DE SEGURANÇA, DE CONFORTO E DE DESEMPENHO PARA A TAREFA DE TOQUE DE DEDOS.

Qual a sua **preferência manual** para realizar a tarefa de **toque de dedos**?

- 1) Sempre esquerda
- 2) Maioria das vezes esquerda
- 3) Indiferente
- 4) Maioria das vezes direita
- 5) Sempre direita

Qual a sua **segurança** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequena
- 2) Pequena
- 3) Média
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **conforto** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **desempenho** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual a sua **segurança** para o uso da mão **direita** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequena
- 2) Pequena
- 3) Média
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **conforto** para o uso da mão **direita** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **desempenho** para o uso da mão **direita** na tarefa de toque de dedos?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

APÊNDICE C

INVENTÁRIOS DE PREFERÊNCIA LATERAL ESPECÍFICA PARA A TAREFA DE RASTREAMENTO E PERCEPÇÕES DE SEGURANÇA, DE CONFORTO E DE DESEMPENHO PARA A TAREFA DE RASTREAMENTO.

Qual a sua **preferência manual** para realizar a tarefa de **rastreamento**?

- 1) Sempre esquerda
- 2) Maioria das vezes esquerda
- 3) Indiferente
- 4) Maioria das vezes direita
- 5) Sempre direita

Qual a sua **segurança** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequena
- 2) Pequena
- 3) Média
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **conforto** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **desempenho** para o uso da mão **esquerda** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual a sua **segurança** para o uso da mão **direita** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequena
- 2) Pequena
- 3) Média
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **conforto** para o uso da mão **direita** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

Qual o seu **desempenho** para o uso da mão **direita** na tarefa de rastreamento?

- 1) Muito pequeno
- 2) Pequeno
- 3) Médio
- 4) Grande
- 5) Muito grande

ANEXOS

ANEXO A

INVENTÁRIO ADAPTADO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO (OLDFIELD, 1971).

Nome: _____ Grupo: _____
Sexo: _____ Idade: _____

Instruções: Indique abaixo, para cada tarefa selecionada, a mão preferida e a força de preferência manual.

(1) Caso você **sempre** prefira usar sua **mão esquerda** para executar uma tarefa, coloque o número 1.

(2) Caso você na **maioria das vezes** prefira usar sua **mão esquerda** para executar essa tarefa, coloque o número 2

(3) Caso seja **indiferente** para você, coloque o número 3.

(4) Caso você na **maioria das vezes** prefira usar sua **mão direita** para executar essa tarefa, coloque o número 4.

(5) Caso você **sempre** prefira usar sua **mão direita** para executar essa tarefa, coloque o número 5.

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)	