UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós-acidente vascular encefálico: Efeitos da especialização hemisférica

Giordano Marcio Gatinho Bonuzzi

São Paulo

2014

GIORDANO MARCIO GATINHO BONUZZI

Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós-acidente vascular encefálico: Efeitos da especialização hemisférica

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Orientador:
Prof^a. Dr^a. Camila Torriani-Pasin

São Paulo

2014

Catalogação da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Bonuzzi, Giordano Marcio Gatinho

Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós-acidente vascular encefálico: efeitos da especialização hemisférica / Giordano Marcio Gatinho Bonuzzi. – São Paulo : [s.n.], 2014.

117p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin.

1. Aprendizagem motora 2. Equilíbrio
3. Acidente cerebrovascular 4. Postura I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: BONUZZI, Giordano Marcio Gatinho

Título: Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós- acidente vascular encefálico: Efeitos da especialização hemisférica

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À Antonia do Carmo Maielo Bonuzzi (in memorian), pelo acolhimento e afeto

À Marcio Bonuzzi e Edileuza Gatinho, pelo apoio incondicional

À Mariane Gava, pela confiança em meu potencial

Agradecimentos

Por meio deste singelo agradecimento gostaria de enaltecer algumas pessoas, que direta ou indiretamente, me apoiaram ao longo desta jornada.

Agradeço imensamente aos meus pais, Marcio Bonuzzi e Edileuza Gatinho, por nunca medirem esforços para que eu conseguisse chegar até aqui. Obrigado por todo o amor traduzido em apoio que recebi nesta etapa da minha vida! Obrigado por ter participação ativa não só na minha formação profissional, mas também na minha formação como homem!

Por aqui, também deixo registrado meu agradecimento à Mariane Gava, pela confiança que tem em meu potencial e por sempre me dar suporte nos momentos que precisei, não importando a distância ou a circunstância que se encontrasse. Seu apoio foi/ é fundamental. Meu amor, muito obrigado por você ser você sempre!

Meus agradecimentos ao prof. Dr. Alaércio Perotti Júnior pela amizade e por plantar a semente da pesquisa em mim, também agradeço ao prof. Dr. Umberto Cesar Corrêa por acreditar nesta muda que ali se formou e levá-la a estufa denominada LACOM.

Aos membros do LACOM e do GEPENEURO, o meu muito obrigado! Todos vocês têm participação neste trabalho! Em especial, meu agradecimento à Gisele Palma e ao Marcos Soares pelo companheirismo de todos os dias, vocês são muito especiais para mim! Obrigado também aqueles que me ajudaram literalmente na execução deste trabalho, não poderia deixar de mencionar Paulo (PEX), Tatiana Beline, Ivana e Debora Araujo; a participação de vocês foi essencial!!!

Por aqui, também gostaria de reconhecer a excelente orientação que recebi da Prof^a Dr^a Camila Torriani-Pasin. Gratidão e admiração são as palavras que melhor expressam tudo o que tenho a lhe dizer! Muito obrigado por ser tão prestativa e atenciosa durante todo este processo de Aprendizagem! Espero que nossa parceria e amizade sempre possuam Persistência!

Enfim, agradeço a Deus, por me dar oportunidade de vivenciar tudo isto!

*... sabe meu filho, nesta vida “num” tem coisa “mió” que aprende,
por isso eu fico “vendu” o canal dos bicho na TV, pra aprende...*

Vô Firmino

Resumo

BONUZZI, G,M,G. **Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós- Acidente Vascular Encefálico: Efeitos da especialização hemisférica.** 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

Introdução: A literatura científica tem atribuído grande relação entre o hemisfério direito e o controle postural, a partir disto, este trabalho buscou investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós- Acidente Vascular Encefálico (pós-AVE). **Participantes:** Vinte indivíduos pós-AVE foram selecionados, dez indivíduos com o hemisfério direito lesado (Grupo lesado a direita – LD) e dez indivíduos com o hemisfério esquerdo lesado (Grupo lesado a esquerda – LE). Também foram selecionados vinte indivíduos saudáveis pareados por idade para a condição controle (Grupo controle – GC). **Metódo:** Como tarefa a ser aprendida foi utilizado o jogo *Table Tilt* do vídeo game *Nintendo Wii*, provido do sistema *balance board*. Os participantes foram posicionados em pé sobre a plataforma, e a partir da movimentação do seu centro de pressão houve a possibilidade de controlar um *Avatar* para alcançar a meta de mover algumas bolas em direção a trajetos específicos. O delineamento foi constituído de um pré-teste com cinco tentativas, seguido de quatro blocos de prática de trinta minutos, sendo que cada bloco foi praticado em dias consecutivos e, posteriormente, um pós-teste com cinco tentativas. Após uma semana sem prática, houve um teste de retenção com características idênticas aos testes anteriores. As variáveis dependentes foram a pontuação do jogo (representando o nível de complexidade alcançado na tentativa), o número de bolas certas (representando a meta da tarefa), e bolas erradas (representando o erro). Para cada variável dependente foi realizado o teste Anova two way (3 grupos x 3 momentos), seguido do post hoc de Tukey. Além disso, para investigar a relação entre complexidade e erro foi conduzido o teste de correlação de Pearson entre a pontuação do jogo e o número de bolas erradas. **Resultados:** Para a medida que representou a meta da tarefa (número de bolas certas), houve diferença entre LE e o GC ($p=0,0001$) e LD e GC ($p=0,01$), todos os grupos melhoraram seu desempenho entre o pré-teste e o pós-teste ($p=0,0001$), e igualdade entre o pós-teste e o teste de retenção ($p=0,86$). Para a medida que representou o nível de complexidade (pontuação), houve diferença intergrupo apenas entre LD e GC ($p=0,0005$), indicando a dificuldade do LD em desempenhar a tarefa em altos níveis de complexidade. Para a medida que representou o erro (bolas erradas), não houve diferença intergrupo ($p=0,66$), e todos os grupos aumentaram o erro em função da prática ($p=0,00$), por causa do aumento de complexidade. **Conclusão:** O lado da lesão não afetou a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-AVE. No entanto, a habilidade em desempenhar a tarefa em níveis superiores de complexidade faz com que os pacientes pós-AVE com lesão no hemisfério direito sejam mais impactados se comparados com lesão a esquerda. A complexidade da tarefa mostrou-se um aspecto crucial na aprendizagem de indivíduos pós-AVE, pois determinou o aumento do número de erros,

ressaltando a diferença entre indivíduos com lesão a direita e a esquerda em uma tarefa de controle postural.

Palavras chave: Aprendizagem Motora; Assimetria Funcional; Equilíbrio; Acidente Cerebrovascular.

Abstract

BONUZZI, G,M,G. **Learning of a postural control task in post-stroke subjects: Effects of the hemispheric specialization.** 2014. 117 f. Dissertation (Master Degree) – School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2014.

Introduction: The scientific literature has attributed great relationship between the right hemisphere and postural control, with this, there was an interest in a research on the task postural control learning in post-Stroke individuals, according to the affected hemisphere. **Participants:** Twenty post stroke individuals were selected, ten patients with damage on the right hemisphere (Right Injury Group - RIG), ten subjects with damage on the left hemisphere (Left Injury Group – LIG). Twenty healthy subjects paired by age were selected to the control conditions (Control Group – CG). **Methods:** For the task to be learned, it was used the Nintendo Wii game, Table Tilt, which provides the system balance board. The subjects were standing on the platform, and with the movement of the center of pressure was possible to control the *Avatar* to achieve the goal of moving the balls into specific holes. The design consisted of a pre-test with five attempts, then four blocks of practice, which takes thirty minutes each. The acquisition blocks were practiced on consecutive days, and posteriorly a post-test was done with five attempts. A week later, without practice there was the retention test with identical characteristics to the previous tests. The dependent variable was the score of the game (representing the level of complexity reached in the attempt performed), the number of certain ball (representing the task's goal) and erroneous ball (representing the error). For each dependent variable was performed the ANOVA two-way test (3 groups x 3 moments) followed by the post hoc of Tukey. Furthermore, in order to investigate the relationship between complexity and error, it was also conducted the Pearson correlation test between the score of the game and the number of erroneous balls. **Results:** In the case of the goal task (certain number of balls), there was difference between the LIG and the CG ($p = 0.0001$) and RIG and CG ($p=0,01$), all groups improved their performance between pre-test and post test ($p=0,0001$), and equality between the post test and the retention test ($p=0,86$). In relation to the measure that represented the complexity level (score), there was only intergroup difference between RIG and CG ($p=0,0005$), indicating the difficulty of RIG to perform the task on higher levels of complexity. Finally, representing the measure error (erroneous balls), there was no intergroup difference ($p=0,66$), all groups increased the error as a function of practice ($p=0,00$), this was due to the increased complexity. **Conclusion:** The side of the lesion does not affect the task postural control learning in post stroke individuals. However, the ability to perform the task on higher levels of complexity makes the right hemisphere damage post-stroke patients negatively different from the damaged left hemisphere ones. The complexity of the task turned out to be a crucial aspect on the post-Stroke learning, since it determined the increase of error, highlighting the difference between right-damaged individuals and left-damaged ones.

Key words: Motor Learning; Functional Asymmetry; Balance; Stroke

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das medidas de caracterização entre LD e LE.....	51
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do videogame Nintendo Wii com balance board.....	40
Figura 2 - Quadro das principais características dos níveis de complexidade presentes no nível de dificuldade <i>Beginner</i>	43
Figura 3 - Linha do tempo representativa do delineamento geral do estudo. ..	46
Figura 4 - Fluxograma representativo da estratificação dos sujeitos em seus respectivos grupos, incluindo os critérios que não foram atendidos com o número de sujeitos excluídos do experimento para cada critério.	50
Figura 5 - Gráfico da média das médias do número de bolas certas dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa.	52
Figura 6 - Gráfico da média das médias dos pontos dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa.	53
Figura 7 - Gráfico da média das médias das bolas erradas dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa.	54
Figura 8 - Gráfico da média das médias das bolas certas dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa.	55
Figura 9 - Gráfico da média das médias da pontuação dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa.	56
Figura 10 - Gráfico da média das médias do número de bolas erradas dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa.....	57
Figura 11- Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do LD	58
Figura 12 - Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do LE.	58
Figura 13 - Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do GC.	59
Figura 14 - Quadro da síntese dos resultados da comparação entre GC e GE	59
Figura 15 - Quadro da síntese dos resultados da comparação entre LD, LE e GC.	60

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Parecer do comitê de ética	87
Apêndice B – Termo de consentimento	89
Apêndice C - Escala de prognóstico de Orpington.....	93
Apêndice D - Questionário de depressão de Beck.....	94
Apêndice E - Mini Exame do estado mental.....	98
Apêndice F - Escala de Fugl-Meyer	99
Apêndice G – Escala de equilíbrio de Berg.....	104

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Acidente Vascular Encefálico	3
2.1.1	Definição	3
2.1.2	Epidemiologia	3
2.1.3	Quadro Clínico	4
2.2	Controle Postural	6
2.2.1	Controle Postural Pós-AVE	7
2.2.1.1	Influência dos Processos Sensoriais no Controle Postural	7
2.2.1.2	Influência dos Processos Motores no Controle Postural	9
2.2.1.3	Influência dos Processos Supra-neurais no Controle Postural	11
2.3	Especialização Hemisférica e sua Correlação com o Controle Postural de Indivíduos Pós AVE	14
2.4	Aprendizagem Motora	17
2.4.1	Aprendizagem Motora: Testes e Mensurações	21
2.5	Aprendizagem Motora após Lesão Encefálica	23
2.5.2	O Efeito das Condições de Prática	23
2.5.3	O Efeito da Característica da Tarefa	26
2.5.4	O Efeito da Gravidade e das Características do AVE	28
2.5.5	O Efeito das Especializações Hemisféricas	30
3	OBJETIVO	35
4	MÉTODO	36
4.1	Tipo de estudo	36
4.2	Local	36
4.3	Amostra	36
4.4	Aparato Experimental	39
4.5	Tarefa	40
4.5.1	Caracterização das principais demandas da tarefa	44
4.6	Delineamento	45
4.7	Tratamento Estatístico	47
5	RESULTADOS	49
5.1	Caracterização da Amostra	49
5.2	Comparação entre GC e GE	51
5.3	Comparação entre LD, LE e GC	54
5.4	Correlação entre Nível de Complexidade (Pontos) e Erros (Bolas Erradas)	57
5.5	Síntese de resultados	59
6	DISCUSSÃO	61
6.1	Da comparação entre GC e GE	61
6.2	Da comparação entre LD, LE e GC	64
6.3	Limitações do estudo	67
7.	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

1. INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) gera alterações percepto-motoras que ocasionam prejuízos funcionais (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011) os quais têm sido foco de investigação (KRAKAUER, 2006) em duas frentes principais: uma que se enquadra na área de Controle Motor, em que ocorre a descrição das alterações clínicas, como os efeitos de determinadas lesões sobre o desempenho de habilidades motoras (como exemplo, BOHANNON, 1987; BONAN et al, 2013). E outra, na área da Aprendizagem Motora, em que se dá a análise do processo da re aquisição de determinados padrões motores, como a investigação dos efeitos dos fatores que afetam a aquisição de habilidades motoras, tais como a prática (como exemplo, POOL; WINSTEIN, 1999; HANLON, 1996; VIDONI; BOYD, 2009).

Os estudos na área de controle motor reportam que estes indivíduos tendem a apresentar implicações na manutenção da postura e na adaptação desta sobre mudanças ambientais (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011). Esta defasagem é consequência do quadro clínico desta população, destacando-se: a hemiparesia, que proporciona assimetria postural e dificuldade em transferir o peso para o lado contralateral da lesão (CHAGAS; TAVARES, 2001; IKAI et al, 2003), déficits no controle do tronco e músculos pélvicos (DAVIES, 1990; BOHANNON, 1987) e fraqueza muscular nos dois hemisférios, a qual induz lentidão na geração de torque isométrico e isocinético, dificultando adaptações posturais rápidas a dinâmica ambiental (SHARP; BROUWER, 1997; CANNING; ADA; O'DWYER, 1999).

Em adição, os achados destes experimentos têm verificado que indivíduos com lesão no hemisfério direito apresentam maiores incapacidades no controle postural se comparados com indivíduos com lesão à esquerda (VOOS; PIEMONTE; VALLE, 2007; PÉRRENNOU et al, 2008). Isto porque, o hemisfério direito desempenha papel crítico no controle e orientação do corpo em relação à gravidade (PÉRRENNOU et al, 2002).

Recentemente, estas especializações funcionais dentre os hemisférios cerebrais têm chamado atenção também dos pesquisadores envolvidos nos estudos de Aprendizagem Motora (TORRIANI-PASIN, 2010; SCHAMBRA et al, 2011). Sendo que, já existem algumas tentativas de averiguação da prática de tarefas de controle postural em indivíduos pós-AVE, tendo como variável independente o lado hemisférico lesado (USTINOVA et al, 2001; IOFFE et al, 2010).

Contudo, por limitações metodológicas estes estudos tendem a observar somente o desempenho motor, pois não possuem em seu delineamento testes que, de fato, analisam a aprendizagem motora (SCHMIDT; LEE, 2011).

Nesse contexto, a seguinte pergunta ainda permanece em aberto: Quais são os efeitos da especialização hemisférica na aprendizagem de uma tarefa de controle postural após um AVE?

Partindo-se do pressuposto que existem algumas evidências que indivíduos pós- AVE apresentam capacidade de aprender habilidades motoras (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999; BOYD et al, 2007; TORRIANI-PASIN, 2010) e que lesões no hemisfério direito frequentemente afetam de maneira mais significativa o controle postural (KARNATH, 2007; PACCI; BACCINI; RINALDI, 2009), foi estabelecido como hipóteses do presente estudo que indivíduos pós-AVE seriam capazes de aprender tarefas que envolvem controle postural e que indivíduos com lesão a direita apresentariam aprendizagem diferenciada de indivíduos com lesão a esquerda.

Frente a isto, o objetivo deste estudo foi investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-AVE, a fim de verificar os efeitos do lado da lesão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Acidente Vascular Encefálico

2.1.1 Definição

O AVE pode ser definido como uma síndrome clínica caracterizada pela perda aguda da função cerebral focal, com sintomas que duram mais de 24 horas ou levam a morte. Esse evento pode ocorrer a partir de uma hemorragia espontânea na substância cerebral, do fornecimento inadequado de sangue para uma determinada parte do cérebro ou do resultado do baixo fluxo sanguíneo causado por trombose ou embolia associada a doenças dos vasos sanguíneos, coração ou do sangue (WARLOW et al, 2008).

2.1.2 Epidemiologia

O AVE é a terceira principal causa de morte e uma das principais causas de incapacidade adquirida em todo o mundo (AHA, 2012). Em termos mundiais, é responsável por aproximadamente 5,5 milhões de mortes por ano (WHO, 2013) e possui prevalência global, entre 2005 e 2008, de 3% da população mundial (AHA, 2012).

A incidência mundial anual permeia um número de 15 milhões de pessoas, sendo que destes, 5 milhões apresentam incapacidades muito graves (WHO, 2013). De fato, espera-se nos primeiros 30 dias uma taxa de sobrevivência de 92% a 88% para os eventos isquêmicos e 63% a 62% para os hemorrágicos, considerando indivíduos de 45 a 64 anos (AHA, 2012).

No Brasil, o AVE é responsável por 10% dos óbitos em adultos, sendo a principal causa de mortalidade nesta população (LESSA, 1999). Há estimativas que 1/3 destas mortes sejam decorrentes de Acidente Vascular Isquêmico e 1/4 de Acidente Vascular Hemorrágico (GOULART et al, 2010). O Brasil é o país que apresenta o maior número de mortes por AVE em todos os países da América Latina (LOTUFO, 2005). Contudo, mesmo apresentando um número relativamente alto de mortalidade (GARRITANO et al, 2012), entre os anos de 1990 a 2009, houve redução na mortalidade por AVE de aproximadamente 34,9% para homens e 36,15% para mulheres (MANSUR; FAVARATO, 2012).

Considerando que a incidência de AVE aumenta com o aumento da idade da população (AHA, 2012) e é esperado um crescimento acentuado da população idosa nas próximas décadas (WHO, 2012), espera-se um aumento expressivo de indivíduos sobreviventes de AVE que apresentarão incapacidades devido aos déficits neurológicos residuais (AHA, 2012). Somado a isso, há a tendência de diminuição na taxa de mortalidade do AVE devido a novas técnicas de atendimento imediato (TRUELSEN et al, 2003; MANSUR; FAVARATO, 2012; GARRITANO et al, 2012) fato este que deve colaborar, ainda mais, para o aumento de pessoas com AVE nos próximos anos.

Em relação ao quadro clínico, a hemiparesia pode ser encontrada em 50% dos indivíduos com AVE (AHA, 2012). Cerca de 42,6% dos indivíduos acometidos apresentam tônus muscular afetado (WISSEL; MANACK; BRAININ, 2013) e até 85% apresentam déficits somatosensoriais (SULLIVAN; HEDMAN, 2008). No que se refere ao desempenho de habilidades, 30% são incapazes de andar sem algum tipo de assistência, 26% são dependentes na realização de atividades da vida diária (AVD's) e 26% necessitam de cuidados institucionais (AHA, 2012). No Brasil, após um ano do evento, 43% dos pacientes adquirem independência nas AVD's e 49,4% apresentam marcha independente (MINELLI; FEN; MINELLI, 2007).

2.1.3 Quadro Clínico

As defasagens decorrentes do AVE variam conforme a área lesada, o tamanho da lesão e o número de eventos simultâneos ocorridos (MIM et al, 2009). Em contrapartida, mesmo existindo uma variação do quadro clínico dependente desses aspectos, algumas características são comumente encontradas em indivíduos pós-AVE.

Frequentemente, encontram-se déficits cognitivos que tendem a resultar em lentidão no processamento de informações, disfunções executivas, déficits atencionais, mnemônicos e de linguagem (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013; SCHAAPSMEERDERS et al, 2013). Tendo em vista que há uma integração entre aspectos cognitivos e motores para a execução de habilidades motoras (MAGILL, 2000; SCHMIDT; LEE, 2011), o desempenho desses indivíduos em tarefas funcionais pode apresentar-se comprometido, sobretudo nas tarefas que envolvem maior demanda cognitiva (CHEN; LEYS; ESQUENAZI, 2013).

Além disso, o AVE compromete a detecção, interpretação e percepção¹ do input somatosensorial, sendo que este tende a variar desde a hemianestesia de múltiplas modalidades sensoriais, a defasagens somatosensoriais em partes específicas do corpo (KLINGNER; WITTE; GUNTHER, 2012). Desse modo, podem ser encontradas alterações na sensação tátil, na estereognosia e na propriocepção (CONNELL; LINCOLN; RADFORD, 2008), entre outras.

Estas condições em indivíduos pós-AVE são significantes e repercutem de maneira drástica. Estas defasagens nos input sensoriais se relacionam com complicações no desempenho de tarefas que envolvem coordenação motora fina, em especial aquelas com alta demanda de precisão e controle (TAUB; BERMAN, 1963, 1968; KELSO; HOLT; FLAT, 1980). Além disso, o timing relacionado ao comando motor também se prejudica, pois o input motor apresenta latência atrasada, derivada da má aferência sensorial (BARD; et al, 1992). E por fim, a aquisição de habilidades motoras se torna prejudicada, pois o *feedback* sensorial é um dos mecanismos de refinamento do programa motor (ASUNA; ARISSIAN, 1984).

Assim, em indivíduos pós-AVE, déficits somatosensoriais podem causar redução na velocidade de recuperação e no desempenho motor (CHESTER; MCLAREN, 1989, WAGNER et al, 2006; SCALHA et al, 2011) devido ao retardamento temporal na percepção de estímulos sensoriais (KLUGER et al, 2009), o que leva ao aumento no tempo de permanência hospitalar e prejuízos na qualidade de vida (SULLIVAN; HEDMAN, 2008).

Como fator adicional e agravante do quadro clínico, a percepção em indivíduos pós-AVE encontra-se alterada não somente por modificações no input sensorial, mas também na integração e interpretação das modalidades visual, somatosensorial e vestibulares (OLIVEIRA et al, 2008; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; PÉRENNOU et al, 2008, BARRA et al, 2009).

Além disso, o desempenho motor destes indivíduos não é defasado apenas pelas condições sensório-perceptuais, mas também pelos problemas no *output* motor. Nesse aspecto, o comprometimento na coordenação interarticular (LEVIN, 1996; CIRSTEIA et al, 2003) tem sido apontado como um prejuízo frequentemente

¹ Entende-se Percepção como o estado consciente de um estímulo sensorial. Assim, a Percepção depende da detecção de um estímulo pelas várias modalidades sensoriais, do direcionamento da atenção ao estímulo específico, da integração dos vários estímulos em um construto (Qualia) e da interpretação do Qualia em comparação com a memória (GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2006; LURIA, 1981).

encontrado nesses indivíduos. Sabe-se que em indivíduos sem comprometimento neurológico, a sinergia compensatória existente dentre os graus de liberdade das articulações é um comportamento que possibilita a adaptação do movimento em relação as condições do ambiente (TURVEY; FITCH; TULLER, 1982; TULLER; FITCH; TURVEY, 1982). Em indivíduos pós-AVE, esta característica não se encontra intacta, induzindo a necessidade de estratégias de compensação para o retorno da funcionalidade (CIRSTEA; LEVIN, 2000).

Outra disfunção motora nas pessoas acometidas por um AVE é a diminuição do movimento voluntário no hemicorpo contralateral ao da lesão, determinando a aquisição de um padrão assimétrico postural (WARLON et al, 2007). Essa condição somada às modificações ao nível muscular (recrutamento de unidades motoras, coordenação motora afetada e padrões anormais de ativação muscular, tônus muscular), ao nível somatosensorial, ao nível metabólico (fadiga) e ao nível supra-neural (percepção e cognição) fazem com que o controle postural em indivíduos pós-AVE seja afetado.

2.2 – Controle Postural

Segundo Horak e Macpherson (1996), o controle postural envolve controlar a posição do corpo no espaço a partir de dois propósitos: um que se refere a habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio ambiente, denominado Orientação Postural e outro que se refere ao controle do centro de massa (CM) em relação a base de sustentação (BS), denominado Estabilidade Postural ou Equilíbrio.

Na Terra, a gravidade exerce uma força vertical nos animais que se situam em sua superfície de modo que as respostas sensório-motoras contrárias a esta dinâmica, são a base das posturas anti-gravitacionais e do equilíbrio (LUYAT; OHLMANN; BARRAUD, 1997).

As respostas posturais contrárias às forças gravito-inerciais são realizadas a partir de dois mecanismos de controle, um que prevê adaptações musculares em respostas a perturbações externas por mecanismos de *feedback* e outro que se refere a adaptações posturais que antecipam condições favoráveis ao movimento voluntário por mecanismos de *feedforward* (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Ambas as adaptações posturais são mediadas por uma série de processos que apresentam um relacionamento complexo e dinâmico, de caráter complementar (HORAK; MACPHERSON, 1996). Assim, destacam-se no intrincado mecanismo do controle postural os: (1)- processos sensoriais e perceptuais que se baseiam na integração e na interpretação das informações derivadas do sistema visual, vestibular e somatosensorial (MOCHIZUKI; AMADIO, 2006; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010); (2)- processos motores, que se responsabilizam pela organização das sinergias neuromusculares (TING; MCKAY, 2007; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010) e (3)- processos supra-neurais, responsáveis pelo processamento e integração das informações neuromusculares e perceptuais a fim de que sejam sanadas exigências de adaptação e antecipação do controle postural frente a demandas ambientais (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

2.2.1 – Controle Postural pós-AVE

2.2.1.1 – Influência dos Processos Sensoriais no Controle Postural

Dependendo da área encefálica lesada após o AVE, o indivíduo pode apresentar defasagens na detecção, integração e interpretação das informações sensoriais, sejam elas relativas aos sistemas visual, vestibular e/ou somatosensorial.

Neste âmbito, algo que comumente caracteriza o indivíduo pós-AVE é a dependência da informação visual para o controle postural (MANOR et al, 2010), sendo este um aspecto crítico (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010) na medida em que a informação espacial decorrente da visão pode ser estimada erroneamente. Além disso, quando há restrição de informação visual, como em ambientes escurecidos, o indivíduo pós-AVE pode apresentar sérios prejuízos no controle postural (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Para Bonan e colaboradores (2004), tal situação ocorre quando as outras fontes de informação aferente são reduzidas, havendo a necessidade de maior compensação de uma única modalidade sensorial para suprir as exigências não atendidas pela modalidade sensorial afetada.

Esta suposição não foi suportada pelo estudo de Bonan e colaboradores (2013), que avaliaram a postura ereta em plataforma de força sob condições de estimulação optocinética, de vibração e de estimulação galvânica. Os pesquisadores

verificaram que o grupo hemiparético apresentou sensibilidade para as três condições de estimulação, apontando a alta dependência tanto da informação visual quanto vestibular e somatosensorial para o controle postural. Concluíram, então, que o aumento da dependência visual em indivíduos pós-AVE não implica necessariamente em negligência da informação proprioceptiva e vestibular.

Mesmo considerando que talvez a negligência da informação proprioceptiva e vestibular não esteja diretamente relacionada com a maior dependência visual para o controle postural de indivíduos pós-AVE (BONAN et al, 2012), sugere-se que danos na integração destas informações perceptuais podem gerar peculiaridades no mecanismo de controle postural quando há lesão no SNC, pois mesmo havendo mecanismos de detecção sensorial íntegros, podem haver deturpações na percepção (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2003).

O estudo de Marsden, Playford e Day (2005) aponta que lesões na artéria cerebral média geram possíveis prejuízos em projeções córtico-bulbares envolvidas no controle vestibular do equilíbrio, o que se correlaciona com a maior descarga de peso para o membro não parético e as defasagens no início das latências das respostas posturais guiadas por informações vestibulares.

Além dos problemas vestibulares, há alta probabilidade de indivíduos pós-AVE apresentarem problemas somatosensoriais (SULLIVAN; HEDMAN, 2008) e, por isso, espera-se que apresentem altas correlações entre os déficits no equilíbrio e a diminuição da propriocepção (OLIVEIRA et al, 2008).

De fato, sabe-se que há maior dependência das informações visuais para o controle postural no início do processo de aprendizagem para qualquer indivíduo, paciente neurológico ou saudável (LEE; LISHMAN, 1975). Logo, é de se esperar que indivíduos com lesão neurológica sejam mais dependentes da informação visual para o controle postural nos momentos que sucedem o dano cerebral. Deste modo, a medida que avançam na prática de tarefas de controle postural, esta dependência diminui, pois a detecção das principais informações para a realização da tarefa refina-se, e a integração das informações sensoriais em um esquema corporal torna-se facilitada (MULDER et al, 1993).

Sendo assim, a dependência visual para o controle postural é uma característica do indivíduo pós-AVE que deriva de problemas sistêmicos da detecção sensorial e de seu estágio de aprendizagem para determinada tarefa. Não

pode, portanto, ser considerado apenas a consequência da compensação de um sistema sobre o outro ou uma característica isolada dos outros sistemas.

Outro aspecto pertinente ao controle postural de indivíduos que sofreram um AVE está na compensação de uma informação sensorial sobre outra durante tarefas de controle postural (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Esta compensação é um aspecto importante para o sistema de controle postural, pois para gerar a percepção do corpo em relação ao meio ambiente, o sistema dá preferência a modalidade sensorial que melhor se adapta a circunstância específica (MOCHUZUKI; AMADIO, 2006).

De maneira geral, indivíduos pós-AVE também apresentam características diferenciadas neste aspecto. Esta população tende a escolher de maneira errônea a melhor informação sensorial para determinadas situações específicas, como o caso de manterem a utilização predominante de informações somatossensoriais mesmo em casos de instabilidade da base de apoio (DIFABIO; BADKE, 1990). E, por fim, não compensam de maneira eficiente a perda repentina de alguma informação sensorial, como ambientes que se escurecem rapidamente e privam o indivíduo da informação visual, por exemplo (DIFABIO; BADKE, 1991).

Estes déficits de detecção, de redundância e interpretação das informações sensoriais para o controle postural implicam em condições de compensação, uma vez que as modulações motoras do sistema são desencadeadas por mecanismos de *feedback* sensorial (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Assim sendo, condições diferenciadas nos processos motores durante a manutenção e/ou adaptação da postura são também esperadas em indivíduos pós-AVE.

2.2.1.2 – Influência dos Processos Motores no Controle Postural

Após um AVE ocorrem graves alterações morfofuncionais nos processos motores do controle postural, sendo que pode haver: (a)- diminuição e/ou atrofia das fibras musculares com grande ênfase sobre as do tipo IIB, (b)- condições atípicas na inibição recorrente e recíproca de motoneurônios ocasionando desarmonia no recrutamento das sinergias musculares, (c)- diminuição da magnitude do *output* neural induzindo a diminuição do número de fibras motoras recrutadas para a realização de um movimento, (d)- co-contrações, em especial aquelas entre músculos agonistas e antagonistas implicando em rigidez articular e perda da coordenação segmentar, (e) - desordem no sequenciamento do

recrutamento muscular, em especial para os músculos envolvidos nas sinergias musculares que englobam as estratégias posturais (GARLAND; GRAY; KNORR, 2009).

Estes prejuízos promovem perda de potência muscular e fraqueza (MANSFIELD et al, 2013; CANNING; ADA; O'DWYER, 1999), falta de coordenação segmentar (PEREIRA; BOTELHO; MARTINS, 2010), e perda de força isométrica e isocinética (SHARP; BROUWER, 1997; CIRSTEIA et al, 2003). Estas condições interferem tanto sobre aspectos antecipatórios do controle postural, quanto nos aspectos responsáveis pela recuperação da instabilidade. Assim, os achados da literatura apontam que indivíduos pós-AVE apresentam atraso na ativação das sinergias posturais responsáveis tanto para a preparação postural para a execução de um movimento voluntário, quanto para a recuperação da estabilidade após perturbações posturais (DIFABIO; BADKE; DUNCAN, 1986; IKAI et al, 2003; GARLAND et al, 2009).

As implicações dos déficits na força e na potência muscular destes indivíduos refletem de maneira expressiva no controle postural dinâmico (CARR; SHEPHERD, 2003), pois a potência muscular de membros inferiores e tronco está diretamente envolvida nas tarefas de trocas posturais e mudanças abruptas de direção (BOHANNON, 1988; CHENG et al, 1998). Eventualmente, restrições na capacidade adaptativa da postura ocorrem pelas inconsistências no recrutamento de músculos agonistas em resposta ao aumento da instabilidade ou pelos problemas na capacidade de modular a magnitude das respostas posturais em função da instabilidade. De qualquer forma, ambas situações implicam em uma geração de força não compatível com a instabilidade, o que induz a queda (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

As peculiaridades de inibição recorrente e recíproca em indivíduos pós-AVE podem trazer uma série de implicações no recrutamento das unidades motoras durante tarefas funcionais. Uma delas é a co-contração de músculos agonistas e antagonistas (DUNCAN; BADKE, 1997), o que leva a ineficiência do movimento articular ou queda na produção de força do músculo agonista (GARLAND; GRAY; KNORR, 2009). Assim, esta contração simultânea pode implicar em enrijecimento do corpo e promover uma estratégia pouco eficiente para a recuperação do equilíbrio (HORAK et al, 1996).

A perda da força e, por conseguinte da potência muscular, implica em uma série de defasagens na recuperação do equilíbrio de indivíduos pós-AVE em decorrência da instabilidade. Inúmeros estudos demonstram que, a aplicação de uma força lateralmente ao quadril de indivíduos pós-AVE gera incapacidade de manutenção do equilíbrio devido a lentidão da ativação muscular e dificuldade de resistência contra o deslocamento médio lateral do corpo (por exemplo, HOLT et al, 2000; KIRKER et al, 2000). Jenner e colaboradores (1997) revelaram a tendência dos hemiparéticos em suprir com maior ativação dos músculos adutores da perna saudável o recrutamento tardio e defasado dos músculos abdutores da perna hemiparética, quando há aplicação de força lateralmente ao quadril.

Além disso, a condição de diminuição de força na perna parética também é um fator importante para o alinhamento assimétrico do corpo na posição ortostática (DUNCAN; BADKE, 1987), e são agravadas na medida em que há defasagem de força nos dois hemicorpos, proporcionando assimetrias posturais importantes (BOHANNON, 1988; MANSFIEL et al, 2013). Comumente, indivíduos hemiparéticos tendem a apresentar características específicas na posição ortostática, devido a maior descarga de peso no membro inferior não acometido, a fim compensar os comprometimentos da perna parética (MARTINS et al, 2011).

Esta descarga não está diretamente relacionada a maior oscilação corporal no ortostatismo imóvel, uma vez que mecanismos compensatórios podem regularizar estas especificidades nestas condições (MANSFIELD et al, 2013). Contudo, têm-se mostrado que este é um aspecto que influencia a execução de atividades da vida diária, destacando as que envolvem o controle postural, como a marcha (ADEGOKE; OLANIYI; AKOSILE, 2012; BALASUBRAMANIAN et al, 2007), tarefas de alcance em pé (PEREIRA; BOTELHO; MARTINS, 2010) e do sentar e levantar, (ROY et al, 2007), por exemplo.

Essa descarga assimétrica apresentada após um AVE ocorre em função não somente dos prejuízos motores que afetam o controle postural (PEREIRA; BOTELHO; MARTINS, 2010; ROERDINK et al, 2009), mas também pela má percepção de verticalidade do próprio organismo (verticalidade egocêntrica) e do ambiente o qual o circunda (verticalidade exocêntrica) devido aos problemas de ordem supra-neurais (PERÉNNOU et al, 2008).

2.2.1.3 – Influência dos Processos Supra-neurais no Controle Postural.

Há poucas décadas, os pesquisadores do movimento humano acreditavam que os mecanismos responsáveis pelo controle postural eram automáticos e inconscientes, uma vez que grande parte dos neurônios envolvidos neste fenômeno situam-se em regiões subcorticais e em gânglios da medula espinal (TING; MCKAY, 2007). Neste sentido, a manutenção da postura ereta, bem como a adaptação da postura frente a modificações do ambiente, teria como seus principais mantenedores regiões subcorticais e núcleos de motoneurônios da medula espinal (TING; MCKAY, 2008).

No entanto, ao considerar quadros patológicos ou de prejuízos neurológicos como o AVE, demonstra-se maior envolvimento de regiões supra-neurais no controle postural e, por conseguinte, maior demanda cognitiva para a realização de tais tarefas (PÉRENNOU et al, 2001).

De fato, recentemente, há evidências de ordem neurológica e comportamental que apontam haver envolvimento considerado da cognição para as habilidades motoras de controle postural que envolve nível de dificuldade acentuado ou diminuição da informação sensorial (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002). Ao considerar esta afirmativa, indivíduos pós-AVE demandam de maior envolvimento cognitivo para tarefas de controle postural devido sua dificuldade em manutenção/adaptação postural e de suas defasagens perceptuais (MARSHALL et al, 1997).

Ao considerar que, após um AVE o indivíduo apresenta comportamentos para a manutenção da postura similares ao estágio inicial de aprendizagem, como a maior dependência do *feedback* visual para o controle postural (MULDER et al, 1993). Observa-se que esses indivíduos despendam de maior esforço cognitivo durante o processo de reaprendizagem de habilidades que envolvem o controle postural, até atingirem um estágio avançado de aprendizagem (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Algumas evidências apontam que indivíduos pós-AVE que se enquadram no início deste processo de reaquisição do controle postural apresentam interferência da realização de tarefas cognitivas concomitantemente a tarefas de manutenção do equilíbrio. Nestes casos, indivíduos pós-AVE tendem a favorecer a execução de apenas uma das tarefas em detrimento da outra, um aspecto que não é observado da mesma forma em indivíduos sem lesão neurológica, pareados em idade e gênero (CHEN; LEYS; ESQUENAZI, 2013; BROWN; SLEIK; WINDER, 2002; MARSHALL et al, 1997).

Estes achados sugerem que a automaticidade do controle postural apresenta-se comprometida após um AVE, pois a capacidade de processamento de informações torna-se lentificada após uma lesão cerebral. Assim, os mesmos demandam de maior processamento de informações para a execução de tarefas motoras simples, inclusive a manutenção e adaptação da postura (BROWN; SLEIK; WINDER, 2002).

Neurologicamente, indivíduos mais suscetíveis a defasagens no controle postural, como idosos e aqueles que apresentam lesões neurológicas, tendem a apresentar, quando em posição ortostática, o aumento da contribuição de regiões neurais responsáveis pela atenção e pela representação do esquema corporal, tais como as estruturas do córtex pré-motor e lobo parietal, respectivamente (THEIR; KARNATH, 1997; RUSHWORTH et al, 2003).

Ainda, alguns relatos clínicos e achados de estudos experimentais têm atribuído grande responsabilidade das regiões parietais do hemisfério direito para a integração das informações somatossensoriais, visuais e vestibulares para a construção da noção de verticalidade (ANDERSEN, 1995; ANDERSEN et al, 1993; SAKATA; KUSUNOKI, 1992). Logo, atribui-se grande responsabilidade ao hemisfério direito a noção de verticalidade necessária para o controle postural (PÉRENNOU, 2006).

Esta noção de verticalidade é a referência para a manutenção da posição do corpo apropriadamente no espaço, e ocorre a partir da integração das entradas sensoriais que, à medida que se integram, geram um esquema corporal postural correspondente a representação de corpo com o apropriado alinhamento da verticalidade da gravidade (BARTOLOMEO; CHOKRON, 1999; PÉRENNOU et al, 1998; LAFOSSE et al, 2007).

Esta integração é denominada modelo interno de verticalidade, que é a expressão de uma representação implícita de verticalidade e é utilizado para a orientação do equilíbrio (PÉRENNOU et al, 2008). De fato, o modelo interno de verticalidade baseia-se nas informações somatossensoriais, visuais e vestibulares para a percepção subjetiva de verticalidade. Mais especificamente, diz respeito a relação e o controle do eixo longitudinal do corpo em relação a gravidade (PÉRENNOU et al, 2006).

Logo, para que a orientação do corpo seja coerente com as demandas ambientais, mecanismos supracorticais de alta ordem cognitiva são envolvidos no

controle postural, em especial aqueles referentes a atenção e a integração das entradas sensoriais (LAFOSSE et al, 2007; BARRA et al, 2007). Assim, há envolvimento cognitivo significativo no controle postural, especialmente para atender as exigências de adaptação e antecipação (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002).

Ao considerar os mecanismos precursores do modelo interno de verticalidade, tem-se que, mesmo havendo simetria nas estruturas de ambos hemisférios cerebrais, os indivíduos com lesão no hemisfério direito sofrem de problemas com a percepção subjetiva de verticalidade (SPINAZZOLA; CUBELLI; SALA, 2003; PÉRENNOU et al, 2008) e, por consequência, desenvolvem problemas críticos com o controle postural derivados da má percepção de verticalidade (BARRA et al, 2009).

Assim, além de indivíduos pós-AVE demandarem de maior envolvimento cognitivo para o controle postural, dependendo do hemisfério lesado, os mesmos ainda podem apresentar defasagens na percepção subjetiva de verticalidade (PEURALA et al, 2007). Este quadro clínico tem sido investigado por vários autores, sendo que atualmente, já é possível identificar as principais estruturas encefálicas relacionadas a construção do modelo interno de verticalidade bem como supor os principais efeitos do lado da lesão sobre o comportamento vertical quando as mesmas encontram-se lesadas (PÉRENNOU, 2006; KARNATH, 2007).

2.3 – Especialização Hemisférica e sua Correlação com o Controle Postural de Indivíduos Pós-AVE

Os dois córtices do encéfalo são estruturalmente simétricos em seu tamanho e superfície (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2003). Contudo, lesões encefálicas unilaterais que danificam o hemisfério esquerdo implicam, em sua maioria, em condições clínicas diferentes daquelas que comprometem o hemisfério direito (VOOS; PIEMONTE; DO VALLE, 2007; SPINAZZOLA; CUBELLI; SALA, 2003). Isto porque, dentre os hemisférios existem especializações funcionais para dar melhor condição e velocidade de processamento as informações neurais (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006). Há, desse modo, evidências sobre a organização e representação cortical dos sistemas perceptivo, motor e cognitivo, em especial para a especialização de funções perceptuais, mnemônicas, de linguagem, atencionais e de raciocínio (GAZZANIGA, 2000; GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

De maneira geral, o hemisfério direito é predominantemente especializado no reconhecimento de comportamentos e características abrangentes, representação de instâncias específicas quanto as coordenadas tempo-espaciais e perceptuais, assim como por mecanismos atencionais (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006; VOOS; PIEMONTE; DO VALLE, 2007). Já o hemisfério esquerdo é considerado predominantemente especializado para a linguagem, resolução de problemas, codificação de informações, representação de categorias visuais, aspectos analíticos, de categorização, simbolização e verbalização (GAZZANIGA, 2000; BROWN; KOSSLYN, 1993).

No âmbito motor, especificamente, algumas evidências sugerem que lesões no hemisfério direito implicam em deficiências motoras no hemicorpo contralateral (HAALAND; DELANEY, 1981), em sequelas nas funções relacionadas a percepção, ao planejamento visuo-espacial e a imagem corporal (PINTO; SARAIVA; SANVITO, 1990; BARTHELEMY; BOULINGUEZ, 2002), em déficits na percepção espacial e organização corporal (LAZAR et al, 2007), no controle *online* do movimento de alcance (MANI et al, 2013) e nos mecanismos atencionais (HEILMAN; ABELL, 1980).

Por outro lado, lesões no hemisfério esquerdo trazem possivelmente sequelas nos aspectos cognitivos e declarativos envolvidos na aprendizagem e no desempenho de habilidades motoras (HAALAND, 2006), no controle dos movimentos nos dois hemisferos, principalmente no hemicorpo contralateral ao da lesão (HAALAND; DELANEY, 1981), defasagens na aprendizagem de tarefas que envolvem planejamento motor (TORRIANI-PASIN, 2010), no controle *offline* do movimento de alcance, ou seja, na seleção do programa de ação, em especial para ajustes temporais (SCHAEFER; HAALAND; SAINBURG, 2009) e na tomada de decisões (VELAY; BENOIT-DUBROCARD, 1999).

Ainda no âmbito motor e com forte implicação nas hipóteses traçadas nesse estudo, evidências têm sugerido que o hemisfério direito tem especialização para o controle postural (PÉRENNOU et al, 2006). Há relatos na literatura de que indivíduos com lesão a direita apresentam maiores incapacidades no controle postural quando comparados com indivíduos com lesão a esquerda (VOOS et al, 2007; PÉRENNOU et al, 2008). Isto porque, alguns achados apontam que o hemisfério direito desempenha papel crítico no controle e orientação do corpo em relação à gravidade (PÉRENNOU et al, 2002), em especial, para a estabilização da cabeça no espaço

(PÉRENNOU et al, 1997), proporcionando o modelo subjetivo de verticalidade para organização corporal humana (PÉRRENOU et al, 2008). Além disso, o hemisfério direito está mais envolvido em conexões corticais que integram informações do sistema sensorio-vestibular e somatosensorial para o controle postural (ANDERSEN 1995; ANDERSEN et al, 1993). Logo, indivíduos hemiparéticos com lesão a direita, por apresentarem defasagens na integração somatosensorial, em especial do sistema sensorio-vestibular, são ainda mais dependentes do sistema visual para o controle postural (MANOR et al, 2010).

De fato, inúmeras evidências apontam o grande envolvimento do hemisfério direito sobre o controle postural (PERRÉNNOU et al, 2006, 2008; PACCI; BACCINI; RINALDI 2009; BOHANNON et al, 1986). Uma das especulações a este respeito refere-se a grande concentração de mecanismos atencionais em redes neurais parieto-frontais envolvidas na atenção visuo-espacial, as quais localizam-se, em grande parte, no hemisfério direito (KARNATH; RORDEN, 2012). Este fato pode explicar a grande frequência de heminegligência em indivíduos com lesão a direita (SUCHAN; RORDEN; KARNATH, 2012). Sabendo que a atenção é um fator importante para o controle postural, pois sem atenção a percepção do ambiente torna-se defasada (MIHARA et al, 2012), indivíduos heminegligentes apresentam complicações no controle postural (KARNATH, 2007).

Em suma, as defasagens na auto-percepção do corpo em função da verticalidade são decorrentes de lesões em estruturas corticais, que geram instabilidade postural e são mais comuns em indivíduos com lesão no hemisfério direito (SPINAZZOLA; CUBELLI; SALA, 2003), já que tal hemisfério é especializado na detecção e integração de informações sensoriais para o controle postural (BAIER et al, 2012). Estes indícios demonstram a importância da região do córtex parietal posterior do hemisfério direito na integração multisensorial e no desenvolvimento do modelo interno de verticalidade (ANDERSEN, 1995).

Assim, as diferenças no controle postural em hemiparéticos a direita e a esquerda podem não ser devido a perturbações de mecanismos sensoriais periféricos, mas serem reflexo de perturbações nas complexas redes neurais especializadas pelo controle postural dentre os hemisférios cerebrais (PEURALLA et al 2007). Desse modo, considerando que os déficits adicionais no controle postural de indivíduos pós-AVE com lesão no hemisfério direito são mais evidentes, uma problemática a ser investigada pelos pesquisadores envolvidos na área de

Comportamento Motor nessa população é: Como se dá aprendizagem de uma tarefa de controle postural após um AVE? De maneira complementar, há o efeito do lado da lesão neste processo?

Partindo-se do pressuposto que existem algumas evidências que indivíduos pós-AVE apresentam capacidade de aprender habilidades motoras (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999; BOYD et al, 2007; TORRIANI-PASIN, 2010), e que lesões no hemisfério direito, frequentemente, afetam de maneira mais significativa o controle postural (KARNATH, 2007; PACCI; BACCINI; RINALDI, 2009) é possível especular que a aprendizagem de tarefas que envolvem o controle postural de indivíduos com lesão a direita seja diferenciada de indivíduos com lesão a esquerda

2.4 – Aprendizagem Motora

O conceito de aprendizagem motora pode ser definido segundo Schmidt e Lee (2011) como uma série de processos associados com a prática e experiência que levam a uma mudança relativamente permanente na capacidade de desempenhar uma habilidade motora. Este fenômeno tem sido abordado por diferentes teorias e pressupostos, sendo as mesmas descritas a seguir.

Adams (1971) foi o pioneiro na elaboração de tais teorias. Segundo sua teoria denominada Teoria do circuito fechado o *feedback* sensorial é comparado a memória e a partir disto o sistema refina e executa o movimento intencional. Para esta teoria a aprendizagem motora se dá por meio de dois tipos de memória: o Traço de Memória, que é utilizado na seleção e iniciação do movimento e o Traço Perceptual, que é construído na prática da habilidade motora em questão e torna-se uma referência de exatidão. Adams (1971) propõe que a partir do início do movimento mediado pelo Traço de Memória, o Traço Perceptual passa a executar o movimento e detectar os erros, reprogramando e aperfeiçoando o movimento.

A teoria de Adams (1971) recebeu uma série de críticas, dentre elas destacam-se a possibilidade que seres humanos podem realizar movimentos sem a presença de *feedback* sensorial (TAUB; BERMAN, 1968). E, a questão de se parecer incongruente a possibilidade de armazenamento de um Traço Perceptual para cada movimento já executado pelo aprendiz (SCHMIDT, 1977).

Na tentativa de sanar as limitações apontadas no modelo de Adams (1971), foi desenvolvida por Schmidt (1977) a Teoria de Esquema. A principal proposta desta teoria é o Programa Motor Generalizado (PMG), a principal ideia por trás deste

conceito é que os programas motores seriam de natureza geral e adaptáveis, com isto, um único programa motor poderia ser o precursor de muitas maneiras diferentes que um determinado movimento pode ser realizado.

Segundo a proposta da Teoria de Esquema a consistência do PMG deriva-se de aspectos invariantes que são intrínsecos ao PMG, podendo-se destacar o *timing* relativo, a força relativa e a ordem dos componentes do movimento. Já, quanto a variabilidade necessária para atender as demandas específicas da tarefa, são adicionados ao PMG os aspectos invariantes, ou seja, a seleção de músculos para a ação, o tempo total de movimento e a força total aplicada ao movimento (SHAPIRO; SCHMIDT, 1982).

O processo de aprendizagem motora, portanto, estaria envolvido a partir de 4 elementos básicos: as condições iniciais de movimento, os parâmetros utilizados no PMG, o *feedback* por meio do conhecimento de resultado e o *feedback* intrínseco sensorial. Estes 4 elementos se incorporariam a dois esquemas.

O Esquema de Retransmissão, que seleciona a resposta motora específica frente às necessidades da tarefa. Assim, com o passar da prática de uma determinada tarefa, haveria o refinamento dos aspectos invariantes do movimento, logo os movimentos não são representados um a um no sistema, e sim representados pela regra de um grupo geral de aspectos invariantes, sendo possível, portanto, iniciar um movimento a partir da lembrança das condições iniciais e dos *inputs* sensoriais. E o Esquema de Reconhecimento que é utilizado para avaliar a resposta e funciona similarmente ao Traço Perceptual de Adam (1971). Neste caso, ao término do movimento o esquema é retroalimentado e modificado a partir do *feedback* sensorial e do conhecimento de resultado.

Por fim, resumidamente, a aprendizagem motora na teoria de Esquema é constituída a partir de um processo contínuo de atualização e reutilização dos esquemas a cada tentativa de desempenho da tarefa. Neste sentido, as características generalizadas do PMG são entendidas como uma solução potencial para os problemas de armazenamento e novidade (TANI et al, 2010), contudo existem, também, limitações a serem consideradas na Teoria de Esquema.

Dentre estas limitações destaca-se: A situação de não prever como o PMG é criado, em outras palavras, como uma pessoa realiza um movimento antes da existência de qualquer esquema (BRINKER et al., 1985). O fato de não haver uma classificação dos limites de uma determinada classe de movimentos (SUMMERS,

1989). A incapacidade em considerar a aquisição imediata de novos padrões de coordenação, como, a corrida emergir em um determinado aumento de velocidade da marcha (NEWELL, 1991). E a não resolução da variabilidade condicionada ao contexto, ou seja, a influência ambiental no recrutamento de diferentes músculos para a realização de um mesmo movimento (TURVEY; FITCH; TULLER, 1982).

Estas questões têm sido sanadas pela Teoria Ecológica de Newell (1991). O diferencial desta teoria é que as outras teorias denotam demasiada ênfase sob os aspectos cognitivos na organização e execução de movimentos, e a mesma propõe modelos de auto-organização que restringem ou impõe possibilidade nas respostas de movimento, sem a intermediação por parte das representações no Sistema Nervoso Central (TANI et al, 2010).

A aprendizagem motora é explicada na Teoria Ecológica como um processo de procura pela solução motora ótima para a realização da tarefa em questão. Logo, a prática é entendida como a repetição da solução de um problema motor ao invés da repetição de uma determinada solução para o problema. O processo de aprendizagem motora inclui o aumento da coordenação entre percepção, ação, restrições da tarefa e do meio ambiente. Deste modo, um ambiente de ação enriquecido possui várias formas de coordenação que fornecem soluções estáveis às restrições da tarefa (NEWEL, 1991).

Nesta teoria a grande ênfase se dá no ciclo de coordenação entre percepção e ação, a ação emerge a partir de uma determinada característica de percepção (SUMMERS, 1998). Logo, a informação perceptual na Teoria Ecológica tem como responsabilidade a própria percepção sobre a meta da tarefa e dos movimentos a serem apreendidos, e de *feedback* para a apropriada procura da resolução da restrição existente entre percepção e ação (NEWEL, 1991).

A Teoria Ecológica também recebe algumas críticas em função do seu posicionamento sobre irrelevância de aspectos cognitivos na aprendizagem motora. De fato, métodos de prática mental e de observação, manipulações de prática que resultam em reversões no desempenho (frequência de *feedback* e interferência contextual), assim como manipulações experimentais que levam em consideração a intenção dos sujeitos (aprendizagem autocontrolada e estabelecimento de metas), têm ofertado dados sobre a aprendizagem motora que não conseguem ser explicados pela Teoria Ecológica (TANI et al, 2010).

Em suma, as teorias supracitadas apresentam aspectos positivos e negativos que, de certa forma, são complementares. O ponto chave é que, todas as teorias, bem como o próprio conceito de aprendizagem motora, incluem quatro características distintas que compõe o fenômeno da aprendizagem motora, sendo elas: 1 - A aprendizagem é um processo de aquisição da capacidade de produzir ações habilidosas, ou seja, a aprendizagem envolve uma série de processos subjacentes a melhora do desempenho de uma determinada habilidade motora. 2 - A aprendizagem resulta da experiência e/ou da prática. 3 – A aprendizagem não consegue ser observada diretamente, podendo ser aferida com base nas mudanças comportamentais observadas ao longo do processo. 4 – Assume-se aprendizagem como mudanças relativamente permanentes, devido a melhora do desempenho ser influenciada por fatores extrínsecos, como motivação e fadiga (SCHMIDT; LEE, 2011; SCHMIDT; WRISBERG, 2008).

O termo aprendizagem motora refere-se, portanto, a um processo que é caracterizado pela melhora do desempenho de uma habilidade motora. Sendo assim, cabe diferenciar os termos desempenho e aprendizagem. Compreende-se desempenho como o comportamento observável logo, ao observar alguém executando uma habilidade motora, verifica-se o desempenho naquele ambiente e momento específicos (SINGER, 1980; MAGILL, 2000). Já, a aprendizagem motora refere-se ao processo que leva a melhora do desempenho. Portanto, é através de aferições do desempenho que se faz possível verificar a aprendizagem de uma determinada habilidade motora (SCHMIDT; LEE, 2011; SCHMIDT; WRISBERG, 2008). Desse modo, observações que se pautam no desempenho momentâneo não refletem a aprendizagem motora (EDWARDS, 2011).

Nesse sentido, o desempenho é influenciado por características dentro do ambiente e das sessões de prática, sendo suscetível a fatores denominados variáveis de desempenho, como as características da prática, ansiedade, fadiga, motivação, condição física e presença de outras pessoas (EDWARDS, 2011; MAGILL, 2000).

Para Magill (2000), mesmo considerando a oscilação de desempenho ao longo de sessões de prática de uma determinada habilidade motora, é possível verificar quatro características gerais do desempenho durante o processo de aprendizagem motora. A primeira refere-se ao aperfeiçoamento do desempenho da habilidade ao longo do tempo; a segunda característica diz respeito a consistência

do desempenho melhorado; a terceira característica, denominada persistência, refere-se a manutenção da aprendizagem após períodos sem prática e, por fim, a quarta característica é a adaptabilidade e diz respeito a capacidade de adaptação do desempenho aperfeiçoado frente a variabilidade no contexto.

Estas quatro características do desempenho podem ser analisadas nas primeiras teorias de aprendizagem descritas por Gentile (1972, 1987) que descreveu que o processo de aprendizagem é demarcado por dois estágios. O primeiro estágio se dá na captação da ideia do movimento pelo aprendiz, desta forma, neste estágio há a aquisição do padrão do movimento exigido para atingir a meta da ação. Posteriormente a isto, no segundo estágio, as características da aprendizagem se dão em função da meta da ação, ou seja, na fixação ou diversificação do padrão do movimento.

Resumidamente, Gentile (1987) traz ideia de que inicialmente o aprendiz desenvolve aspectos muito parecidos com os de aperfeiçoamento e consistência apontados por Magill (2000), aprimorando o padrão de movimento da habilidade motora em questão. Após este estágio inicial, os aspectos de persistência e adaptabilidade se enquadrariam nos de fixação e diversificação, respectivamente. Logo, segundo o modelo teórico apontado por Gentile (1987), o processo de aprendizagem motora envolve o aperfeiçoamento e a consistência do desempenho melhorado e, posteriormente, a necessidade da presença de um dos aspectos de persistência ou adaptabilidade.

Desta forma, o delineamento experimental que busca investigar e propor inferências acerca da aprendizagem motora deve necessariamente possuir metodologia que se relacione a fase de prática em que há a persistência e consistência, assim como a análise da persistência e/ou adaptabilidade. Assim, torna-se inviável investigar a aprendizagem motora a partir de análises apenas do aperfeiçoamento e da consistência do desempenho, pois deste modo, analisa-se apenas o primeiro estágio de um processo caracterizado por dois estágios segundo Gentile (1987).

2.4.1 – Aprendizagem Motora: Testes e Mensurações

Geralmente, os pesquisadores da área de Aprendizagem Motora adotam em seus experimentos um delineamento típico que consegue englobar todas as características anteriormente descritas.

A priori, os indivíduos são submetidos a sessões de prática, representadas por blocos de tentativas consecutivas ou por alcance de meta. O desempenho destas tentativas é registrado ao longo de toda a prática e, para averiguar o aperfeiçoamento e a consistência da aprendizagem ao longo das tentativas, os pesquisadores plotam os registros de desempenho em um gráfico denominado curva de desempenho. Neste gráfico bidimensional, geralmente, o eixo das ordenadas corresponde ao desempenho do aprendiz ou grupo nas tentativas e o eixo das abscissas é referente aos blocos de tentativas que constituem a prática. Deste modo, quando analisado, é possível verificar o aperfeiçoamento e a consistência do desempenho em função da prática ao longo de toda esta fase, que mais especificamente, é denominada de aquisição (SINGER, 1980; MAGILL, 2000; SCHMIDT; LEE, 2011; EDWARDS, 2011).

Após a fase de aquisição é possível averiguar a persistência e a adaptabilidade do desempenho, realizando testes de retenção e transferência, respectivamente (FISCHMAN; CHRISTINA; VERCRUYSEN, 1982), o que permite inferir sobre a aprendizagem da habilidade motora praticada.

O teste de retenção é baseado na premissa de que, após um tempo sem prática, as variáveis de desempenho dissipam-se. Assim, quando o aprendiz executa a habilidade motora que há certo tempo não praticava, é possível verificar a persistência do desempenho e inferir sobre a aprendizagem, sem os efeitos deletérios ou de acréscimo das variáveis de desempenho (FISCHMAN; CHRISTINA; VERCRUYSEN, 1982). Este teste assegura a avaliação das mudanças relativamente permanentes de desempenho que caracteriza a aprendizagem motora (EDWARDS, 2011; SCHMIDT; WRISBERG, 2008). Por isso, o teste deve assegurar que os efeitos das variáveis de desempenho sejam dissipados em função de um período razoável sem prática, este tempo tende a variar de 10 minutos após a aquisição até dias, semanas ou meses (FISCHMAN; CHRISTINA; VERCRUYSEN, 1982).

O teste de transferência, por sua vez, avalia a adaptabilidade do desempenho aperfeiçoado (MAGILL, 2000; FISCHMAN; CHRISTINA; VERCRUYSEN, 1982). Dado que a capacidade de adaptação é uma “marca registrada” de ações motoras habilidosas (TANI, 2000), faz-se necessário um teste que comporte tais aspectos do processo de aprendizagem. No teste de transferência, dois aspectos podem ser modificados para averiguar a capacidade do aprendiz em adaptar a habilidade que

esteve praticando a novas circunstâncias. Um deles é a modificação no contexto em que a pessoa desempenha a habilidade, como a disponibilidade de *feedback* aumentado; ou as modificações no ambiente físico, como a diversificação de parâmetros tais como, distância de um determinado alvo, velocidade de deslocamento de um alvo, e diversificação da estabilidade da base de apoio. E o outro, refere-se às variações na própria habilidade, como o aumento da velocidade de execução e dificuldade (MAGILL, 2000).

Por fim, a avaliação crítica de ambos os testes, retenção e transferência, ocorre na comparação do nível de desempenho do aprendiz na fase de aquisição com o desempenho no momento do teste (MAGILL, 2000). Neste sentido, os testes não devem apresentar influência das variáveis de desempenho e devem ser compostos por um número restrito de tentativas, uma vez que o desempenho pode ser melhorado em função do número exacerbado das tentativas do próprio teste (SCHMIDT; LEE, 2011).

2.5 – Aprendizagem Motora Após Lesão Encefálica.

Nos últimos anos, alguns pesquisadores têm investigado os mecanismos subjacentes a aprendizagem motora em indivíduos pós-AVE. Assim, mesmo escassas, estas investigações já trazem importantes achados sobre o efeito do tipo e da magnitude do AVE sobre a aprendizagem motora, bem como os efeitos de variáveis do processo de aprendizagem destes indivíduos, tais como condições de prática e disponibilidade de *feedback* aumentado e as características da tarefa (KITAGO; KRAKAUER, 2013).

2.5.1 – O Efeito das Condições de Prática

Algumas tentativas de investigação sobre as condições de prática na aprendizagem de indivíduos pós-AVE vêm sendo desenvolvidas. Como o estudo de Hanlon (1996), o qual buscou investigar os efeitos da interferência contextual na aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE. Foram incluídos 24 indivíduos pós-AVE crônicos, divididos em 3 grupos, sendo que um grupo praticava a tarefa randomicamente, um grupo tinha a prática por blocos e um grupo controle que não praticou. A tarefa consistia em uma sequência de movimentos funcionais utilizando o membro superior parético. O delineamento foi composto por uma fase de aquisição dez tentativas (aleatória ou blocos) e dois testes de retenção, um após 2 dias da

aquisição e outro após 7 dias. Os resultados apontaram diferença significativa a favor do grupo prática randômica nos dois testes de retenção, sugerindo que a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE é mais consolidada quando condições aleatórias de prática são fornecidas.

Schweighofer e colaboradores (2011) tiveram como objetivo verificar os efeitos da interferência contextual sob a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE. O grupo experimental foi constituído por 25 indivíduos pós-AVE crônicos e o grupo controle por 24 indivíduos saudáveis. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos que se diferenciavam pela estrutura de prática oferecida (blocos e aleatórias). Como tarefa foi utilizado um aparelho de preensão manual, em que o objetivo era exercer um determinado padrão de força imposto pelo experimentador. A prática da tarefa se deu em um dia, sendo que cada participante fez 50 tentativas nos 3 padrões de força propostos pelos experimentadores. Nesta fase de aquisição cada subgrupo praticou em sua condição específica (blocos e aleatória). No mesmo dia da fase de aquisição foi feito um teste de retenção imediata, e após 24 horas foi proposto um teste de retenção atrasado. Os resultados apontaram que a prática aleatória promoveu efeito significativo na aprendizagem motora dos indivíduos controle, o que não ocorreu na prática por blocos. No grupo experimental, pode-se observar que a prática aleatória também promoveu aprendizagem motora da tarefa, o que aconteceu parcialmente no grupo por blocos. Análises post-hoc e de correlação apontaram que os indivíduos do grupo pós-AVE que praticaram condições por blocos e apresentavam déficits na memória operacional visuo-espacial se beneficiaram desta estrutura de prática.

Assim sendo, com base em apenas dois estudos, indivíduos pós-AVE beneficiam-se de condições aleatórias de prática como os indivíduos saudáveis. No entanto, ainda cabem mais investigações acerca desse fator para que se possa afirmar os benefícios da prática aleatória para essa população. Outras investigações também foram realizadas, como os estudos que buscaram investigar os efeitos de diferentes fornecimentos de informação, ou seja, instrução e *feedback*.

Com o objetivo de determinar os efeitos da frequência de *feedback* na aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE, Winstein, Merians e Sullivan (1999) avaliaram 40 indivíduos pós-AVE com lesão em artéria cerebral média, comparando-os com 40 indivíduos sadios. Foi utilizada uma tarefa de alcance e preensão, a qual a partir de uma ação discreta de coordenação do membro superior menos afetado, o

participante deveria perfazer dois movimentos do cotovelo no plano horizontal sob critérios espaço temporais. Houve uma subdivisão de ambos os grupos em função do *feedback* recebido, sendo que metade dos grupos recebia a cada tentativa *feedback* de seu desempenho e a outra metade recebeu *feedback* em 67% das tentativas. A fase de aquisição foi composta por 198 tentativas, todas executadas no mesmo dia; no dia seguinte foi realizado o teste de retenção, sendo composto por 18 tentativas com *feedback* e 18 tentativas sem *feedback*. Os resultados não apontaram diferença entre os grupos, para nenhuma das condições de *feedback*. Ambos os grupos apresentaram melhora da precisão e consistência de desempenho ao longo da fase de aquisição, sendo relativamente mantida nos teste de retenção.

Boyd e Winstein (2001) buscaram investigar em indivíduos pós-AVE a aprendizagem implícita de uma tarefa de tempo de reação serial a luz de duas variáveis independentes: a prática prolongada e o conhecimento explícito da tarefa. O aparelho era composto por 4 luzes (vermelho, branco, azul e verde) dispostas em um painel a frente do sujeito, sendo que cada uma delas tinha um botão correspondente. Ao acendimento de uma das luzes, os participantes deveriam apertar o botão correspondente o mais rápido possível, sendo que, eventualmente, o acendimento das luzes ocorria em uma mesma sequência composta por 9 tentativas. Neste estudo, participaram 12 sujeitos, os quais foram divididos em 3 grupos: um grupo que desconhecia a sequência e praticou por 1 dia, outro que desconhecia a sequência e praticou por 3 dias e outro que teve conhecimento explícito da sequência anteriormente a prática de 1 dia. Mesmo não havendo teste de transferência e retenção, as autoras verificaram que apenas o grupo que teve conhecimento explícito prévio da sequência apresentou melhora de desempenho durante a prática. As mesmas ainda sugerem que fornecer informações explícitas sobre a tarefa pode atenuar possíveis déficits de aprendizagem motora implícita que esta população pode vir a apresentar. Contudo, esta afirmação deve ser interpretada com cautela, visto que este experimento não dispõe de teste de retenção e transferência.

Por fim, os estudos que investigaram os efeitos das condições de prática sobre a aprendizagem motora e desempenho motor de indivíduos pós-AVE verificaram que esta população pode se beneficiar com condições aleatórias de prática e conhecimento declarativo da tarefa. Além disso, porcentagens menores de fornecimento de *feedback* (67%) não implicam em condições inferiores de melhora

de desempenho quando comparadas condições de *feedback* a todo momento (100%).

O conjunto destes achados explicita o potencial cognitivo destes sujeitos para a aprendizagem motora. Pois, sabe-se que o maior esforço cognitivo para as condições aleatórias é o que atribui melhores efeitos desta estrutura de prática (SCHMIDT; LEE, 2005). Deste modo, se indivíduos pós-AVE conseguiram beneficiar-se desta condição de prática, os mesmos apresentam recursos cognitivos suficientes para lidarem com múltiplas informações disponíveis em sua memória de trabalho.

Além disso, informações declarativas da tarefa implicam em organização do programa motor a partir de um conhecimento explícito e, para que este conhecimento explícito seja eficiente, é necessário uma demanda cognitiva de análise (MAGILL, 2000), sendo esta aparentemente intacta nesta população.

E por fim, frequências menores de *feedback* aumentado induzem o maior esforço cognitivo para a interpretação de *feedback* proprioceptivo e, conseqüentemente, induzem melhora de desempenho (SCHMIDT; LEE, 2005). Os resultados anteriormente citados nos permitem verificar que esta capacidade está disponível em indivíduos pós-AVE (BOYD; WINSTEIN, 2001).

2.5.2 – O Efeito da Característica da Tarefa

Ao considerar a relação entre as características da tarefa e a aprendizagem de indivíduos pós-AVE, já existem na literatura alguns estudos a esse respeito.

Platz e colaboradores (1994) investigaram a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE considerando tarefas manuais espaço-temporais e de precisão. Para isto, avaliaram 20 indivíduos hemiparéticos, sendo que destes, 9 apresentavam lesão no hemisfério direito e 11 no hemisfério esquerdo, também houve a formação de um grupo controle com 16 indivíduos saudáveis. Foi realizada uma tarefa tridimensional em que os sujeitos, sentados e restritos de informação visual, tinham que realizar movimentos triangulares a frente de seu corpo, sendo que este triângulo apresentava tamanho e orientação a ser seguido. O delineamento nesta tarefa era feito com tentativas de familiarização com referência retangular, seguido de um pré-teste com 5 tentativas sem referência, a fase de aquisição composta por 21 tentativas, sendo que 50% era oferecido uma referência triangular e 50% sem referência.

Em seguida, foi realizado o pós-teste idêntico ao pré-teste e, após um dia, o teste de retenção era realizado seguindo as mesmas características do pós-teste. Além deste teste também foi realizada uma tarefa de coordenação fina (labirinto), em que os indivíduos deviam, com uma caneta, seguir um percurso em menor tempo e o mais precisamente possível; um teste de preensão, no qual pinos deveriam ser encaixados em buracos o mais rapidamente possível; um teste de aprendizagem não verbal, em que figuras geométricas deveriam ser apreendidas e um teste de aprendizagem verbal, que demandava aprender uma sequência de 15 palavras. Os resultados apontaram que na tarefa tridimensional ambos os grupos, hemiparéticos e controle, melhoraram seu desempenho na fase de aquisição, mas não mantiveram na fase de retenção. Ainda, análises intergrupo revelaram que o desempenho dos AVE's apresentou maior oscilação se comparado com o do controle. Esta tendência também foi observada no experimento do labirinto. No experimento dos pinos não houve diferença significativa nem intergrupo e nem intragrupo. O lado da lesão não pareceu ser um fator importante nas deficiências do grupo AVE. Análises de correlação sugeriram que aprendizagem motora e não-motora (não verbal e verbal), podem compartilhar processos comuns, mas a estrutura de prática para o treinamento destes componentes deve ser diferenciada.

Pool & Winsten (1999) estudaram a aquisição de uma tarefa motora fina com níveis diferentes de complexidade em indivíduos pós-AVE. Participaram do estudo 10 indivíduos pós-AVE e 10 indivíduos saudáveis. Os pesquisadores utilizaram uma tarefa de alcance que, por meio da Lei de Fitts, regulava a distância e a largura dos alvos, dificultando ou facilitando a execução da tarefa. O grupo experimental praticou a tarefa com o membro menos afetado, para que prejuízos motores não incidissem sobre a aprendizagem motora. Neste estudo não houve testes de retenção e transferência. Os autores verificaram que os indivíduos pós-AVE apresentaram maior tempo de movimento que os indivíduos controle, mas ambos os grupos diminuíram o tempo ao longo da prática, para as duas condições de complexidades propostas.

Ainda com o intuito de investigar a aprendizagem implícita em indivíduos pós-AVE, Boyd e colaboradores (2007) tiveram como variáveis independentes os efeitos da gravidade da lesão e a complexidade funcional da tarefa. Em sua amostra foram recrutados 28 pacientes pós-AVE, classificados em leve (16) e moderado (12) pela escala de prognóstico de Orpington e um grupo controle composto por 17 indivíduos

saudáveis pareados com o grupo experimental. Como tarefa os autores utilizaram o tempo de reação serial e o Movimento de Mãos Seriado, sendo que o último aumenta a complexidade funcional da tarefa pela diferenciação na resposta para os estímulos, a qual varia entre chaves e interruptores. A fase de aquisição para cada tarefa foi composta por 1200 tentativas, divididas em 10 blocos sequenciais e 2 blocos randômicos. Não houve teste de retenção e transferência. Os resultados indicaram que os grupos apresentaram melhora de desempenho ao longo da prática, no entanto o nível de severidade do AVE e a dificuldade da tarefa interferiram significativamente na magnitude de mudança da melhora do desempenho. Logo, os autores concluíram que a aprendizagem implícita e a memória não são perdidas completamente após um AVE, no entanto, a gravidade do AVE, bem como o nível de complexidade funcional da tarefa, pode afetar a capacidade de aprendizagem do indivíduo.

Em suma, a influência da característica da tarefa sobre a aprendizagem de indivíduos pós-AVE parece estar relacionada a dois aspectos: às exigências de caráter motor e não cognitivo, uma vez que indivíduos pós-AVE apresentaram diferenças de indivíduos controle apenas nas tarefas de destreza motora e não naquelas que envolviam aspectos cognitivos, verbais e não verbais (PLATZ et al, 1994) e a complexidade da tarefa, pelo fato de que aumento do nível de complexidade funcional, ou seja, da forma com que os elementos interagem, induziu implicações na aprendizagem implícita desta população (BOYD et al, 2007). De fato, estes experimentos nos permitem aferir que aparentemente a complexidade da tarefa induz características distintas na aprendizagem/ desempenho de indivíduos pós-AVE.

2.5.3 – O Efeito da gravidade e das características do AVE

O estudo de Boyd e colaboradores (2007), além de verificar que níveis de dificuldade da tarefa influenciam a aprendizagem de indivíduos pós-AVE, também salientou que a gravidade da lesão pode influenciá-la.

Boyd e Winstein (2004) investigaram a aprendizagem de uma tarefa de rastreamento com condições de prática implícita de indivíduos que sofreram AVE cerebelar. Fizeram parte da amostra 7 indivíduos pós-AVE crônicos que tiveram o cerebelo como principal região neural afetada e 10 participantes saudáveis no grupo controle. Os participantes praticaram a tarefa de rastreamento durante 3 dias, sendo

que cada dia era composto por 5 blocos de 10 tentativas cada. Após 4 dias do término da fase de aquisição, foi realizado um teste de retenção de 10 tentativas. Durante cada tentativa, parte do rastreamento era sempre idêntico, caracterizando a influência sobre a aprendizagem implícita. O grupo experimental utilizou para a realização do experimento o braço sadio e o grupo controle utilizou o braço correspondido ao utilizado pelo experimental. Os resultados apontaram que o grupo AVE foi capaz de demonstrar um melhor acompanhamento durante o rastreamento da sequência durante a fase de aquisição. Além disso, as reduções nos erros totais de rastreamento durante a fase de aquisição foram mantidas no teste de retenção, o que indica aprendizagem motora. Por fim, a análise minuciosa do desempenho ao longo do experimento do grupo AVE apontou que a melhora do desempenho e, por conseguinte da aprendizagem motora, ocorreu em função das características da lesão dos indivíduos. Aspectos de precisão espacial melhoraram, enquanto que não houve melhorados componentes temporais envolvidos na tarefa, indicando assim os efeitos da lesão no cerebelo sobre a aprendizagem desta tarefa em específico.

Pohl e colaboradores (2006), buscaram investigar o efeito da severidade do AVE sobre a aprendizagem implícita. Para isto, avaliaram 15 indivíduos pós-AVE agudos classificados como moderados na escala de prognóstico de Orpington, 22 indivíduos pós-AVE agudos classificados como leve na mesma escala e 24 indivíduos idosos saudáveis para a condição controle. Os autores utilizaram uma tarefa de tempo de reação serial, na qual em uma caixa eram dispostos 8 estímulos e cada um com seu interruptor resposta. Durante a prática da tarefa existiram duas condições de prática, uma em que os estímulos se davam de maneira aleatória e outra a qual havia repetição de uma sequência de 8 estímulos específicos. Os participantes não foram avisados quanto a existência da sequência. A fase de aquisição foi realizada em uma única sessão de 6 blocos, cada bloco constituído de 10 sequências de 8 alvos, não houve teste de retenção e transferência. Os indivíduos pós-AVE executaram a tarefa com seu membro ipsilesional e metade dos indivíduos controle executaram com seu membro dominante e a outra metade com seu membro não dominante. Os resultados apontaram que, independentemente da gravidade da lesão, quando em condições de prática que influenciam o conhecimento implícito, indivíduos pós-AVE apresentam melhora do desempenho. No entanto, indivíduos com níveis de gravidade moderados foram mais lentos que

os classificados como leves, estes últimos que apresentaram desempenho parecido com controle.

Vidoni e Boyd (2009) tiveram como intuito investigar a relação entre propriocepção e aprendizagem motora em indivíduos pós-AVE. Avaliaram 20 indivíduos pós-AVE crônicos acometidos que tinham como topografia lesional a artéria cerebral média e um grupo controle com 9 indivíduos saudáveis. Como tarefa a ser aprendida foi proposto uma tarefa de rastreamento que induzia a aprendizagem motora implícita. Durante a realização da tarefa os participantes não tinham a visualização de seu braço, para que maior ênfase a informação somatosensorial fosse dada. Os indivíduos praticaram a tarefa durante 2 dias, sendo que a cada dia foram oferecidas 50 tentativas de prática. No terceiro dia, os participantes retornavam para um teste de retenção composto por 10 tentativas. Para uma parte dos grupos eram dispostas trajetórias aleatórias e para a outra parte dos grupos isso ocorria sequencialmente. Os participantes não tinham conhecimento explícito da existência da sequência. Os achados deste estudo apontaram que indivíduos pós-AVE foram menos precisos que o grupo controle, no entanto, ambos os grupos melhoraram seu desempenho na aquisição e mantiveram na retenção. Não houve diferença entre sequências repetidas e aleatórias, apontando a não existência da aprendizagem implícita. Contudo, houve forte relação entre a aprendizagem da sequência repetida e o nível de déficit proprioceptivo.

Como resultado da análise dos estudos anteriormente citados percebe-se que as características da lesão parecem interferir na aprendizagem de habilidades motoras em indivíduos pós-AVE. Portanto, quando há o intuito de analisar a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE, um aspecto a ser atentado é o local da lesão, em especial, em qual hemisfério cerebral encontra-se a lesão.

2.5.4 – O efeito das especializações hemisféricas.

Uma análise dos estudos de aprendizagem motora e AVE permite observar que a capacidade de aprendizagem é mantida após lesões encefálicas deste gênero (KRAKAUER, 2006). Contudo, algumas variáveis podem interferir significativamente sobre a capacidade de aprendizagem destes indivíduos.

Neste sentido, como visto anteriormente, a gravidade da lesão, a característica da tarefa e o lado da lesão são fatores que trazem heterogeneidade a generalização do potencial de aprendizagem desta população (KITAGO;

KRAKAUER, 2013). Com isto, as exigências de processamento de informação de diferentes tarefas, bem como as diferentes implicações funcionais que podem ser verificadas dependendo do local da lesão, trazem a necessidade de mais investigações para elucidar os mecanismos de aquisição de habilidades motoras em sujeitos pós-AVE (KITAGO; KRAKAUER, 2013).

Assim, a partir dos respaldos teóricos existentes sobre especialização hemisférica, é possível supor que, dependendo da característica da tarefa, indivíduos com lesão no hemisfério direito apresentem aprendizagem motora diferenciada quando comparados aqueles com lesão no hemisfério esquerdo.

Na tentativa de investigar tal problemática, Torriani-Pasin (2010) investigou a aprendizagem de uma habilidade motora com alta demanda de planejamento em indivíduos pós-AVE em função do lado da lesão. A hipótese era de que indivíduos com lesão a esquerda apresentassem limitações na aprendizagem de uma tarefa de planejamento, visto que o hemisfério esquerdo apresenta grande responsabilidade sobre o planejamento de ações motoras. Fizeram parte do grupo experimental 22 indivíduos pós-AVE, sendo 10 com lesão a direita e 12 a esquerda; o grupo controle foi constituído por 14 sujeitos saudáveis. A tarefa consistia em inserir uma barra em um orifício, o mais rapidamente possível. Os sujeitos praticaram a tarefa durante 50 tentativas e, posteriormente, foram realizados testes de retenção de curto prazo, longo prazo e de transferência, cada um sendo composto por 10 tentativas. As análises dos resultados apontaram que indivíduos com lesão a esquerda não apresentaram retenção da aprendizagem no teste de longo prazo, o que foi encontrado nos indivíduos com lesão a direita e controle, confirmando a hipótese do estudo.

Estes resultados não são os únicos que apontam o efeito da especialização hemisférica na aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE. Na análise geral dos achados destes estudos têm-se verificado que os efeitos das especializações hemisféricas são relativos as demandas da tarefa, assim, as características da tarefa a ser apreendida por esta população predizem os possíveis efeitos de lesões em diferentes hemisférios.

Neste sentido, cabe ressaltar que as exigências de planejamento da tarefa utilizada por Torriani-Pasin (2010) fizeram com que houvesse diferença na aprendizagem motora de indivíduos com acometimento no hemisfério direito se comparados indivíduos com lesão a esquerda. No entanto, as demandas das tarefas

manuais espaço-temporais e de precisão utilizadas por Platz e colaboradores (1994) não implicaram em correlação significativa entre aprendizagem motora e lado do hemisfério acometido.

Com isto, os pesquisadores que investigam o efeito das especializações hemisféricas sobre a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE realizam experimentos com diferentes demandas da tarefa, fazendo possível o mapeamento das assimetrias funcionais dentre os hemisférios cerebrais para aprendizagem de habilidades motoras com diferentes características. Ao considerar as tarefas que envolvem aspectos da manutenção e da adaptação da postura, alguns estudos têm verificado o efeito do lado da lesão sobre a aquisição de tarefas de controle postural em indivíduos pós-AVE.

Ustinova e colaboradores (2001) buscaram estudar as características do processo de aquisição de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-AVE no que se refere ao lado e local da lesão. Foram avaliados 21 indivíduos com lesão a direita e 22 indivíduos a esquerda e, para o grupo controle, foram recrutados 39 indivíduos saudáveis. Como tarefa utilizou-se uma tarefa de computador, em que o participante posicionava-se em cima de uma plataforma de força e, a partir do deslocamento do seu centro de pressão, era possível direcionar uma bola na tela de um computador, o objetivo da tarefa era encaixar a bola em um trajeto específico. A fase de aquisição foi composta por 10 dias, sendo que em cada dia os participantes perfaziam 120 tentativas de prática divididas em 3 blocos. Foi possível verificar que todos os grupos melhoraram seu desempenho ao longo da fase de aquisição sendo que, em 10 dias de prática, os indivíduos pós-AVE conseguiram atingir pontuações semelhantes às obtidas pelo grupo controle em 5 dias. Análises intergrupos das tentativas bem sucedidas apontaram que no começo das sessões de prática, indivíduos com lesão a esquerda apresentaram maior desempenho que indivíduos com lesão a direita, no entanto esta tendência igualou-se ao longo dos dias de prática. Quanto a variabilidade de desempenho, indivíduos com lesão a esquerda apresentaram menor variabilidade do que lesados a direita, ao longo de toda a aquisição. Por fim, análises de correlação apontaram que indivíduos com lesões em áreas parieto-temporais e multifocais apresentaram desempenho pior do que aqueles que tinham lesões apenas em áreas motoras.

Ioffe et al (2010) investigaram as características da aquisição de diferentes tarefas de controle postural em indivíduos pós-AVE em função do lado da lesão.

Participaram deste estudo 20 indivíduos pós-AVE (11 lesados a direita e 9 a esquerda) e 13 indivíduos saudáveis. Os autores utilizaram uma tarefa parecida com a proposta no estudo de Ustinova et al (2001), no entanto, neste estudo houve a prática de dois níveis de complexidade, sendo que havia aumento da precisão do deslocamento do centro de pressão na tarefa mais complexa. Os participantes foram submetidos a 10 blocos de prática, sendo que cada bloco foi constituído de 4 minutos de prática (2 minutos em cada nível de dificuldade). Todos os grupos melhoraram seu desempenho ao longo da prática dos dois níveis de dificuldade, no entanto, houve superioridade do grupo experimental em relação ao controle. Análises intergrupo apontaram não haver diferença entre sujeitos com lesão a direita e a esquerda para a condição de menor precisão de deslocamento do centro de pressão. Neste sentido ainda, para a condição de maior precisão, houve diferença apenas no começo da fase de aquisição a favor do grupo lesão a esquerda. Assim, os achados apontaram que indivíduos com lesão a direita apenas apresentaram déficits na aquisição da tarefa para condições de maior precisão e controle da postura e que esta diferença, tende a se igualar ao longo das sessões de prática.

Em conjunto, os achados dos estudos de Ustinova et al (2001) e Ioffe et al (2010) apontam a possível diferença entre indivíduos pós-AVE com lesão a direita e esquerda, durante o processo de aprendizagem de tarefas de controle postural. Todavia, considerando que a aprendizagem motora é uma série de processos que são expressos, dentre outras características, pela manutenção e adaptabilidade do desempenho, os estudos que não apresentam no seu delineamento testes de retenção e transferência tendem a negligenciar os aspectos de manutenção e adaptabilidade da aprendizagem (SINGER, 1980; MAGILL, 2000; SCHMIDT; LEE, 2011; EDWARDS, 2011; KITAGO; KRAKAUER, 2013).

A importância dos testes de retenção e transferência é notória e pode explicar os resultados antagônicos entre os estudos de Pool e Winstein (1999) e Boyd e colaboradores (2007), os quais, para um mesmo fenômeno (níveis de dificuldade da tarefa) e para uma mesma população (indivíduos pós-AVE), apresentam resultados antagônicos, que são explicados pela ausência do teste de retenção de um deles, comprometendo a análise dos resultados e, consequentemente, a aferição da aprendizagem motora.

Portanto, o objetivo deste estudo é investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-AVE em função do lado da lesão, por meio

de um teste de retenção, a fim de compreender a persistência desempenho após a prática.

3. OBJETIVOS

Verificar se indivíduos pós-AVE apresentam prejuízos na aprendizagem de uma tarefa de controle postural desempenhada em ambiente virtual não imersivo em relação a idosos saudáveis pareados pela idade.

Investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em ambiente de realidade virtual não imersiva em indivíduos pós-AVE em função do hemisfério acometido.

4. MÉTODO

4.1. Tipo de estudo

Estudo experimental controlado

4.2. Local

O recrutamento dos pacientes e do grupo controle, bem como a coletas de dados, ocorreram no centro de Reabilitação Piracicaba, na clínica de fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, na Central de Fisioterapia da prefeitura de Piracicaba, na cidade geriátrica “Lar dos Velhinhos” e no Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) da Universidade de São Paulo. Todas as instituições são localizadas na cidade de Piracicaba/SP exceto o LACOM que fica na cidade de São Paulo.

4.3. Amostra

O estudo contou com 20 indivíduos pós-AVE, de ambos os gêneros que foram divididos em dois grupos, Grupo Lesão a Direita (LD), constituído de indivíduos que apresentavam lesão no hemisfério direito e Grupo Lesão a Esquerda (LE), constituído por indivíduos com lesão no hemisfério esquerdo. Para formação do Grupo Controle (GC) foram recrutados 20 indivíduos saudáveis, pareados com os grupos LD e LE pela idade. Para análise dos dados foi constituído um grupo denominado Grupo Experimental (GE) que era composto pelos participantes do LD e do LE.

Como critérios de inclusão dos grupos LD e LE adotou-se:

- Acuidade visual e auditiva, sendo incluídos casos de indivíduos que possuem condições intactas destes sentidos, e também indivíduos que apresentam boas condições perceptuais com uso de aparelhos de surdez ou óculos de grau.
- Idade entre 60 a 85 anos.
- Evento isquêmico único da artéria cerebral média, comprovado por diagnóstico de neurologista ou mediante exame de neuroimagem.
- Tempo de lesão de, no mínimo, de 6 meses.

- Disfunção leve ou moderada de acordo com o grau de severidade do AVE na Escala de Prognóstico de Orpington (pontuação igual ou inferior a 5,3);
- Mini Exame de estado Mental (MEEM) com pontuação maior ou igual a 23 pontos.
- Capacidade de manter-se em pé sem ajuda de mecanismos auxiliares (bengala, muleta, andador).

Como critérios de exclusão adotou-se:

- Depressão detectada pelo Questionário de Depressão de Beck II (pontuação maior que 19);
- Déficits proprioceptivos graves (pontuação inferior a 8 na seção sensorial da Escala de Fugl-Meyer).
- Afasia de compreensão que o impossibilite seguir comandos simples ou executar a tarefa;
- Heminegligência Espacial detectada pelo teste de cancelamento de estrelas (WILSON, COCKBURN & HALLIGAN, 1987) (sendo o desempenho de corte fixado em 3 ou mais estrelas negligenciadas);
- Doenças que os impeçam de executar as tarefas propostas.
- Ausência de 2 vezes ou mais nos dias pré-determinados para os procedimentos experimentais do estudo.
- Experiência em jogos de vídeo-game que envolvam realidade virtual.

A fim de caracterizar a amostra e garantir a homogeneidade de covariáveis, foram utilizados os seguintes instrumentos de avaliação e informações complementares:

- Topografia lesional (localização hemisférica);
- Escala de Prognóstico de Orpington (ORPINGTON);
- Questionário de Depressão de Beck II (BECK);
- Mini-Exame do Estado Mental (MEEM);
- Escala de Fugl-Meyer (EFM);
- Escala de Equilíbrio de Berg (BERG);
- Teste de Alcance Funcional (TAF);

- Idade, gênero, tempo de lesão.

Os potenciais sujeitos que preencheram os requisitos listados nos critérios de inclusão e exclusão receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que foi devidamente lido e explicado pelo pesquisador para depois ser assinado pelos sujeitos ou seus responsáveis legais. Os testes utilizados para verificação dos critérios de inclusão e exclusão, bem como a caracterização são descritos a seguir.

O teste de cancelamento de estrelas consiste na capacidade do indivíduo em detectar símbolos específicos presentes em uma página, sendo que a mesma apresenta símbolos distratores. No total, existem na página, 52 estrelas grandes, 54 estrelas pequenas (27 do lado direito e 27 do lado esquerdo da página), 10 letras, e 10 palavras. O objetivo da tarefa é riscar as estrelas pequenas o mais rápido possível. O desempenho no teste é aferido pelo número de estímulos ignorados, sendo que indivíduos com heminegligência espacial tendem a ignorar os estímulos que se situam na região do espaço contralateral a da lesão. A nota de corte foi estabelecida pela negligência de 3 ou mais estrelas pequenas, caracterizando o indivíduo como heminegligente (WILSON; COCKBURN; HALLIGAN, 1987).

O Mini Exame do Estado Mental (MEEM) é um teste da função cognitiva, composto por questões tipicamente agrupadas em sete categorias específicas: orientação para tempo, orientação para local, registro de 3 palavras, atenção e cálculo, lembrança das 3 palavras, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação do MEEM pode variar de 0 a 30 pontos, sendo que um valor menor que 23 é indicativo de demência (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975; TOMBAUGH; MCINTYRE, 1992; BERTOLUCCI et al, 1994).

O Inventário de Depressão de Beck II (IDB-II) é um instrumento de auto-avaliação da depressão com 21 itens sobre sintomas e atitudes relacionados à depressão, sendo que cada item é pontuado de acordo com quatro afirmações organizadas quanto a severidade de um sintoma específico. A pontuação maior que 19 é indicativa de estado depressivo (BECK, 1967).

Os sujeitos que atenderam a todos os critérios foram avaliados quanto à gravidade da sequela sensório-motora do AVE por meio da Escala de Fugl-Meyer (EFM). Esta escala é dividida em 5 domínios: Função motora, sensibilidade, equilíbrio, amplitude de movimento e dor. Os itens são pontuados em uma escala ordinal de 0 a 2 (0 = nenhuma performance; 1 = realizado parcialmente, 2 =

performance completa), totalizando 226 pontos. (FUGL-MEYER; JÄÄSKÖ; LEYMAN, 1975).

A gravidade do AVE também foi avaliada por meio da Escala de Prognóstico Orpington (LAI; DUNCAN; KEIGHLEY, 1998), que contempla a avaliação de déficits motores no membro superior, propriocepção, equilíbrio e cognição. Pode-se categorizar o evento vascular encefálico em leve (1,6 até 3,1), moderado (3,2 até 5,2) e grave (pontuação maior ou igual a 5,3).

A escala de equilíbrio de Berg avalia o desempenho do equilíbrio sob o ponto de vista funcional. Nela, estão incluídos 14 itens que correspondem a tarefas de equilíbrio distintas, as quais apresentam forte relação com as Atividades da Vida Diária (AVD's). Sendo elas: sentar e ficar em pé, ficar em pé sem apoio, sentar sem apoio com os pés no chão, ortostatismo para o sentar, transferências posturais, permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados, permanecer em pé sem apoio com os pés juntos, alcançar para a frente com o braço estendido, pegar um objeto no chão, virar para olhar para trás do ombro direito e esquerdo, girar 360°, subidas e descidas de um degrau, permanecer de pé sem apoio com um pé a frente, permanecer em pé uma perna só. Cada item possui uma escala ordinal de cinco opções que avaliam o desempenho do participante entre 0 e 4 pontos. Portanto, a pontuação máxima que o participante pode chegar é a de 56 pontos (BERG, 1993).

O teste de alcance funcional (TAF) é constituído por um único item. O qual consiste no indivíduo em posição ortostática com a distância dos pés igual à dos ombros, realizar a partir da flexão de 90° de seu braço, um alcance frontal, buscando alcançar o mais distante possível do seu corpo sem que seu equilíbrio seja prejudicado. Os dados referentes a este teste se dão na diferença entre posição inicial do braço e a distância atingida (DUNCAN et al, 1990).

Ainda com a finalidade de caracterizar os sujeitos, foram coletados dados referentes ao tempo de lesão (em meses), idade (em anos), gênero e lado da lesão encefálica. Esta caracterização foi realizada a fim de garantir a validade interna e externa aos dados obtidos, permitindo a avaliação da possível relação entre os achados referentes à aprendizagem motora e o nível de comprometimento dos pacientes.

4.4. Aparato experimental

Para a realização da tarefa foi utilizado o vídeo-game Nintendo Wii provido do sistema balance board. Este sistema é constituído de um sensor de movimentos, que permite a representação fidedigna do deslocamento do centro de massa do jogador no ambiente virtual, a fim de que algum avatar correspondente ao indivíduo em ambiente virtual desloque-se e consiga atingir o objetivo da tarefa em questão (DEUTSCH et al, 2011) (Figura 1). Tal mecanismo possibilita uma tarefa confiável e válida do ponto de vista metodológico para fins acadêmicos (DEUTSCH et al, 2011), além de ser apontada pela literatura como sendo segura e viável para indivíduos pós-AVE (SAPOSNIK et al, 2010).

Figura 1: Representação do videogame Nintendo Wii com balance board.

Para a projeção da ilustração gráfica do ambiente virtual foi utilizado um projetor digital da marca Benq® modelo MX 660. A projeção foi direcionada a uma parede livre de imperfeições e de cor branca. O projetor será disposto de maneira que sua projeção se direcione a frente do participante. Haverá calibrações para que a projeção tenha 1,5 m de comprimento por 2,2 m de largura, sendo disposta a 1,6 m de altura. O participante se posicionará a uma distância de aproximadamente 2,5 m da projeção. Tais medidas podem ser verificadas na Figura 1.

4.5. Tarefa

A tarefa que foi utilizada neste experimento ocorreu em ambiente virtual. Tal característica é provida de uma série de potencialidades que são facilitadoras da aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE (LAVER et al, 2011). Neste ambiente é

possível a prática de movimentos em ambientes contextualizados e que apresentem *feedback* aumentado em diferentes modalidades sensoriais, como a visual e auditiva (SAPOSNIK et al, 2010). Além disso, também se faz possível o ajuste da intensidade e da complexidade referente a capacidade do aprendiz, o controle do número de estímulos, e a realização do treinamento orientado a tarefa (SAPONISK; LEVIN, 2011). Tais aspectos oportunizam uma tarefa desafiante e motivadora, a qual apresenta grande apelo a esta população (LAVER et al, 2011).

Dentre os jogos de realidade virtual existentes para o *Nintendo Wii*, o jogo *Table Tilt*, da coletânea *Wii Fit Plus* apresenta características importantes para o escopo deste estudo, além das anteriormente citadas. Segundo Ioffe e colaboradores (2010), a dificuldade de aprendizagem de tarefas que envolvem controle postural em indivíduos com lesão a direita, apresenta-se enfatizada em tarefas que necessitam de movimentos voluntários precisos do centro de massa. Por isso, por apresentar estas demandas especificamente, o jogo *Table Tilt* foi escolhido como tarefa a ser apreendida neste estudo.

Este jogo proporcionou uma tarefa de controle postural pelo fato de que movimentações volicionais do centro de massa induzem grandes requisitos para a manutenção do ortostatismo e, durante estas ações, o sistema de controle postural tem que apresentar respostas posturais antecipatórias aos movimentos voluntários, que tendem a ser desestabilizadores, a fim de manter a estabilidade do organismo durante o movimento (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Basicamente, a dinâmica deste jogo se dá da seguinte forma. Através do deslocamento multi-direcional do centro de pressão é possível inclinar uma estrutura que possui uma bola em sua superfície. Com este deslocamento é permitido fazer com que a bola direcione-se aos buracos (alvos) a serem atingidos. Logo, o objetivo da tarefa é fazer com que a bola caia nos buracos presentes na superfície em um determinado tempo. Quando este objetivo é alcançado, a cena do jogo atualiza-se, aumentando o nível de complexidade da tarefa. Assim, o participante só desempenhará a tarefa em um nível de complexidade maior, se atingir o objetivo do nível de complexidade em que se encontra.

Foi utilizado neste estudo apenas um nível de dificuldade do jogo, o *Beginner*. O nível de dificuldade apresenta 8 níveis de complexidade, sendo que o participante deve atingir o objetivo da tarefa no nível de complexidade 1 para atualizar a cena

para o nível de complexidade 2, atingir o objetivo da tarefa no nível de complexidade 2 para atualizar a cena para o nível de complexidade 3, e assim consecutivamente.

O participante sempre começou a tentativa no nível de complexidade 1, tendo 30 segundos para atingir o objetivo da tarefa em questão. Feito isto, a cena atualizou-se para o nível 2 e o participante teve um acréscimo em seu tempo de 20 segundos. Este acréscimo no tempo ocorreu toda vez que o participante conseguisse atualizar a cena do jogo, aumentando a complexidade.

O jogo atribui pontuação ao desempenho do participante. Neste sentido, são atribuídos 10 pontos ao participante toda vez que o mesmo consegue atualizar o nível de complexidade. Assim, para o participante pontuar, ele deve fazer com que a (as) bola (s) presente (s) no nível de complexidade em questão, caísse (m) no (s) buraco(s) presente(s) na superfície. A tentativa neste jogo contempla desde o início do desempenho no nível de complexidade 1 até, o término do tempo ou, atingir o objetivo da tarefa em todos os 8 níveis de complexidade. Ao término da tentativa, a pontuação foi somada e uma pontuação para aquela tentativa foi atribuída. Na Figura 2 é possível observar os níveis de complexidade existentes no nível de dificuldade *Begginer*.

Beginner								
Nível de complexidade	Ilustração Gráfica	Principais Características	Nível de complexidade	Ilustração Gráfica	Principais Características	Nível de complexidade		
Nível 1		Há a presença de apenas uma bola, um buraco, e a superfície é circular o que facilita o controle da bola em sua superfície.	Nível 4		Aumenta-se o número de bolas para 3, restringe-se o número de buracos para 1, e restringe-se a superfície, estas mudanças geram conflitos no direcionamento das bolas, pois as mesmas devem chegar ao centro, mas para isto necessitam de trajetórias diferentes.	Nível 7		Aumenta-se o número de bolas para 5. A superfície se divide em uma parte superior e outra inferior, fazendo necessário a queda das bolas da parte superior para a parte inferior. Dificultando o controle das bolas.
Nível 2		Aumenta-se o número de bolas para 2, e a superfície se torna mais ampla, fazendo a necessidade de maior deslocamento da bola em sua superfície para atingir o buraco.	Nível 5		Aumenta-se o número de buracos para 2, e a superfície assume uma forma em S. Isto aumenta a incompatibilidade do controle entre as bolas. Pois se faz necessário uma bola ir a frente e a outra para trás, por exemplo.	Nível 8		Aumenta-se o número de bolas para 8, restringe-se o número de buracos para um, e a superfície se mostra sinuosa e estreita. Aumentado a incompatibilidade do controle das bolas.
Nível 3		Aumenta-se o número de buracos para 2, e a superfície assume uma forma mais restrita, possibilitando a maior chance de que da bola para fora da superfície.	Nível 6		Aumenta-se o número de bolas para 4, restringe-se o número de buracos para 1. A superfície assume uma forma que induz o participante ao aumento da incompatibilidade de controle das bolas.			

Figura 2: Quadro das principais características dos níveis de complexidade presentes no nível de dificuldade *Beginner*

4.5.1. Caracterização das principais demandas da tarefa

A tarefa utilizada apresenta características e ocorre em um ambiente muito favorável para a ocorrência da aprendizagem motora. Deste modo, classificar a tarefa de acordo com conceitos e princípios da área tornou-se fundamental para explicar a escolha da tarefa.

Para realizar tal classificação utilizou-se o “Protocolo de Classificação de Sistemas de Realidade Virtual”, que aborda aspectos da tarefa, aspectos do meio ambiente, e os aspectos biológicos do indivíduo, sendo este último dividido em aspectos motores, aspectos condicionais, e aspectos cognitivos e perceptivos.

Quanto aos aspectos da tarefa, a tarefa Table Tilt:

- Proporciona *Feedback* Aumentado nas modalidades sensoriais, visão e audição. O *feedback* é fornecido por conhecimento de resultados, de maneira atrasada, e por controle online. O *feedback* auditivo se dá por meio de um som agudo no momento em que a bola entre no alvo. O *feedback* visual se dá por meio do conhecimento da pontuação ao término da tentativa.
- Têm como função intencional do movimento a característica de ser uma tarefa de estabilidade, pois há exigências de manutenção do equilíbrio.

Em relação aos aspectos do meio ambiente, a tarefa Table Tilt:

- Apresenta baixa validade ecológica, pois a representação em ambiente virtual não se relaciona ao mundo real.
- Reproduz o avatar no ambiente virtual em terceira pessoa.
- Apresenta a customização do avatar de maneira previamente determinada.
- Se dá em ambiente aberto.

E quanto aos aspectos biológicos, mais especificamente aos aspectos motores, a tarefa Table Tilt:

- É caracterizada como uma habilidade motora grossa.

- Ao que se refere aos aspectos biológicos, mais especificamente aos aspectos condicionais, a tarefa Table Tilt:
- Apresenta estímulos de equilíbrio estático, pois a base de apoio não apresenta instabilidade.

E por fim, mais especificamente quanto aos aspectos cognitivos e perceptivos, a tarefa Table Tilt:

- Apresenta demandas de controle de velocidade, pois se faz necessária a produção de movimentos antecipatórios, de caráter contínuo, em respostas a mudanças na velocidade de um objeto que se move continuamente.

4.6 Delineamento

Após os sujeitos assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os mesmos foram avaliados pelos instrumentos de avaliação propostos para os critérios de inclusão, critérios de exclusão e caracterização. Estas avaliações foram feitas por 3 fisioterapeutas com experiência (mínimo 4 anos) em reabilitação neurológica adulta. Em seguida, os sujeitos foram dispostos em seus respectivos grupos: LD, LE e GC e, neste momento, foi dado início ao delineamento experimental.

No primeiro dia do delineamento experimental, cada participante foi apresentado a tarefa recebendo a seguinte instrução: “Esta é a tarefa que você irá praticar. Trata-se de um jogo de vídeo-game em que o controle é o seu próprio corpo. Para jogar você deve se posicionar sobre esta plataforma. Você verá que é possível controlar o jogo com o balanço do seu corpo. Na tarefa que você irá praticar, a partir do balanço do seu corpo, você poderá controlar uma superfície em que sobre ela se encontra uma bola. Seu objetivo é fazer com que a bola caia nos buracos da superfície”.

Após o oferecimento da instrução para o participante, o experimentador desempenhou 2 tentativas, para que o participante tivesse uma demonstração acerca da dinâmica da tarefa. Posteriormente, o participante realizou 3 tentativas para que se familiarizasse com a tarefa.

Tendo ocorrido estas informações preliminares sobre o funcionamento da tarefa, houve um pré-teste composto por 5 tentativas. Em seguida, ocorreu a fase de aquisição, que foi composta por 4 dias de prática, sendo que cada dia envolveu 30 minutos de prática do jogo. Estes 30 minutos foram divididos em 3 blocos de 10 minutos, respeitando um tempo dentre eles de aproximadamente 5 minutos para descanso. Durante e, restritamente na fase de aquisição, sempre quando necessário, o participante recebeu *feedback* verbal e proprioceptivo sobre seu desempenho, este que foi advindo do experimentador. Foi concedida, caso necessário, a possibilidade de ausência do participante em algum dia da fase de aquisição. Tendo acontecido isto, o dia faltante foi resposto logo após o último dia fase de aquisição pré-determinada.

Ao final do último bloco de aquisição, no mesmo dia, houve um pós-teste com as mesmas características do pré-teste. Após uma semana do pós-teste, houve um teste de retenção, com as mesmas características do pré-teste.

Todo o delineamento experimental foi acompanhado pelo experimentador com a ajuda de um assistente para realizar registros sobre a pontuação, número de bolas certas e número de bolas erradas.

O delineamento geral e o tempo estimado para a execução das fases do estudo são demonstrados na linha do tempo apresentada na Figura 3.

Figura 3: Linha do tempo representativa do delineamento geral do estudo.

4.7 Tratamento Estatístico

O tratamento matemático e análise estatística dos dados foram realizados nos programas Microsoft Office Excel 2013 e Statistica 11. Sendo adotado um nível de significância de 5% para as análises inferenciais.

Inicialmente, para garantir homogeneidade dos grupos foi realizada a análise descritiva das variáveis de caracterização (Orpington, Beck, MEEM, EFM, idade, gênero, tempo de lesão, topografia lesional) do GE. Em seguida, estas medidas foram analisadas por meio de um Teste T, para averiguar se houve diferença nas medidas de caracterização entre os grupos LD e LE. Não houve medidas de caracterização para o GC, visto que o mesmo foi pareado em idade ao GE.

As variáveis dependentes do estudo foram: a pontuação atribuída pelo jogo a cada tentativa (representou o nível de complexidade que o sujeito atingia a cada tentativa, uma vez que a pontuação do jogo deriva do número de níveis de complexidade que o participante consegue superar na tentativa), número de bolas erradas, ou seja, o número de bolas que caíam da superfície (que representou o número de erros do participante a cada tentativa), e por fim, o número de bolas certas, em outras palavras, o número de vezes que a bola caía no alvo da superfície (representou o número de vezes que o participantes atingiu a meta da tarefa a cada tentativa).

Para averiguação de normalidade e homogeneidade dos dados das variáveis dependentes foi realizado o teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente, e neles, foi possível verificar que os dados obedeceram aos pressupostos para análise paramétrica. Sendo assim, o número de bolas certas, o número de bolas erradas e a pontuação foram analisadas a partir de duas inferências.

Os efeitos da presença da lesão na aprendizagem de uma tarefa de controle postural foram analisados confrontando os dados do pré-teste, pós-teste e do teste de retenção, do GC e do GE, em uma Anova two way (2 grupos x 3 momentos) seguido do post hoc de Tukey para amostras repetidas e do cálculo do tamanho do efeito Eta Parcial ao Quadrado.

Na análise dos efeitos do hemisfério acometido na aprendizagem foi realizada comparação dos dados do pré-teste, pós-teste e do teste de retenção para os grupos LD, LE e GC, em uma Anova two way (3 grupos x 3 momentos)

seguido do post hoc de Tukey para amostras repetidas e do cálculo do tamanho do efeito Eta Parcial ao Quadrado.

De forma complementar, foi realizada uma análise da correlação entre a pontuação do jogo e o número de bolas erradas por meio do coeficiente de correlação de Pearson para cada grupo (LD, LE e GC). A interpretação destes dados seguiu os critérios apontados por Santos (2007) em que: $r = 1$ representa uma correlação perfeita positiva; $0,8 \leq r < 1$ correlação forte positiva; $0,5 \leq r < 0,8$ correlação moderada positiva; $0,1 \leq r < 0,5$ correlação fraca positiva; $0 \leq r < 0,1$ correlação ínfima positiva; $r = 0$ correlação nula; $-0,1 \leq r < 0$ correlação ínfima negativa; $-0,5 \leq r < -0,1$ correlação fraca negativa; $-0,8 \leq r < -0,5$ correlação moderada negativa; $-1 \leq r < -0,8$ correlação forte negativa; $r = -1$ correlação negativa.

5. RESULTADOS

Para a melhor organização da demonstração dos achados do estudo, os resultados serão apresentados seguindo a lógica de raciocínio que levou a pergunta do estudo. Primeiramente, serão apresentados os resultados de caracterização dos grupos experimentais LD e LE.

Posteriormente, serão apresentados os resultados das análises inferenciais dos achados do experimento. São apresentados primeiramente os resultados das análises da investigação sobre as diferenças entre GC e GE e, logo após, são apresentadas as análises entre LD, LE e GC. As análises em cada uma das duas comparações (GC X GE e LD X LE X GC) são ilustradas quanto ao desfecho primário que se refere às bolas certas, pois representa a meta da tarefa. E, em seguida, os achados das variáveis de desfecho secundário, qual seja a pontuação, que representa o nível de complexidade, seguido das bolas erradas que representa erro.

De forma complementar são ilustrados os resultados da correlação entre pontos (nível de complexidade) e bolas erradas (erro) para cada grupo (LD, LE e GC). E, por fim, apresenta-se um quadro que buscou sintetizar os principais achados deste estudo.

5.1 Caracterização da amostra

Na figura 4 é possível verificar o fluxograma que ilustra a estratificação dos sujeitos em seus respectivos grupos. Na tabela 1 pode-se verificar a comparação entre LD e LE em relação as medidas de caracterização utilizadas neste estudo. O teste T não identificou diferença significativa entre os grupos para nenhuma das medidas de caracterização, apontando assim, a homogeneidade entre LD e LE quanto aos déficits percepto-motores e cognitivos derivados do AVE, assim como as informações socioculturais, como idade e gênero.

Figura 4 – Fluxograma representativo da estratificação dos sujeitos em seus respectivos grupos, incluindo os critérios que não foram atendidos com o número de sujeitos excluídos do experimento para cada critério. Legenda: n: número de sujeitos, GE: grupo experimental, LD: Grupo lesão a direita, LE: Grupo lesão a esquerda, GC: grupo controle.

Tabela 1: Comparação das medidas de caracterização entre LD e LE.

Topografia lesional	Orpington	Beck	MEEM	EFM	BERG	TAF	Idade	Gênero	Tempo lesão
Direita	5	15	19	193	56	38	66	M	6
Direita	3,4	3	27	135	55	34	67	M	36
Direita	4,2	19	27	137	44	23	53	F	46
Direita	3,2	11	28	152	49	25	68	M	36
Direita	3,4	5	29	175	45	22	57	M	24
Direita	4,1	30	22	192	56	20	45	M	7
Direita	4,8	16	25	126	35	11	76	M	7
Direita	3	26	30	148	41	16	55	F	12
Direita	3	21	26	125	28	17	71	F	30
Direita	1	8	28	189	47	19	70	M	120
Média	3,51	15,4	26,1	157,2	45,6	22	62,8		32,4
Esquerda	3,8	0	28	180	50	36	51	M	26
Esquerda	3,8	33	29	151	45	13	69	M	168
Esquerda	2,2	18	26	186	54	15	55	F	6
Esquerda	3,6	3	25	172	44	10	74	M	30
Esquerda	3	20	24	168	47	18	78	M	6
Esquerda	3,2	5	26	175	50	21	70	M	12
Esquerda	2,2	23	25	109	47	18	62	F	24
Esquerda	3,1	10	27	135	47	21	74	F	10
Esquerda	3	22	25	175	44	25	69	F	32
Esquerda	4,1	10	28	192	26	12	73	F	45
Média	3,2	14,4	26,3	164,3	45,4	19	67,5		35,9
Valor de p	0,46	0,82	0,86	0,55	0,95	0,3	0,27	0,38	0,85

Teste paramétrico Test T de Student, Legenda: Orpington: Escala de prognóstico de Orpington, Beck: Questionário de depressão de Beck, MEEM: Mini exame do estado mental, EFM: Escala de Fugl Meyer, BERG: Escala de equilíbrio de Berg, TAF: Teste de Alcance Funcional, Idade representada em anos, Gênero M: Masculino, Gênero F: Feminino, Tempo de lesão representado em meses.

5.2 Comparação entre GC e GE

Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 5 o desempenho médio ao longo dos blocos de prática do GC e do GE quanto ao número de bolas certas. O resultado da Anova Two Way não demonstrou efeito de interação ($F= 0,78$; $p=0,58$; $ES= 0,00$) e também não houve diferença na análise intergrupo ($F= 1,97$; $p=0,16$; $ES = 0,003$). Contudo, houve diferença significativa para a análise intragrupo ($F= 41,22$; $p=0,00$; $ES= 0,81$), sendo que o post-hoc de Tukey identificou diferença entre pré-teste e pós-teste ($p=0,0002$) e não identificou diferença entre o pós-teste e a retenção ($p=0,88$).

Estes resultados demonstram que não houve diferença entre GC e GE para a medida bolas certas, neste sentido, ambos os grupos aumentaram o

número de bolas certas em função da prática e mantiveram este desempenho no teste de retenção.

Figura 5 – Gráfico da média das médias do número de bolas certas dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa.

Na Figura 6 ilustra-se o valor médio do número de pontos atingido em cada bloco de tentativa pelo GC e GE. Neste caso, o teste estatístico Anova two way identificou efeito de interação ($F= 4,77$; $p=0,01$; $ES=0,11$), em que o post hoc de Tukey demonstrou que os grupos não foram diferentes no pré-teste ($p=0,33$), mas foram diferentes no pós-teste ($p=0,001$) e no teste de retenção ($p=0,08$). O post hoc de Tukey confirmou que ambos os grupos foram diferentes se comparados pré-teste e pós-teste, GC ($p=0,0001$) e GE ($p=0,0001$) e, que ambos os grupos não apresentaram diferença significativa entre o pós-teste e o teste de retenção, GC ($p=0,84$) e GE ($p=0,99$).

Estes dados juntos sugerem que, em função da prática, ambos os grupos atingiram níveis de complexidade superiores na tarefa, e que estes níveis elevados foram mantidos no teste de retenção. Todavia, os grupos demonstraram comportamentos distintos em função da prática, uma vez que no pré-teste os mesmos apresentavam igualdade e no pós-teste e no teste de retenção se mostraram diferentes.

Figura 6 – Gráfico da média das médias dos pontos dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa, (+): diferença intergrupo significativa.

Na Figura 7 é possível verificar o valor médio do número de bolas erradas do GC e do GE. A análise dos dados por meio da Anova two way não detectou efeito de interação ($F= 0,54$; $p=0,58$; $ES=0,01$), sendo que também não houve diferença significativa intergrupo ($F= 0,003$; $p=0,95$; $ES=0,00$). Todavia, a Anova two way detectou diferença significativa para a análise intragrupo ($F= 0,53$; $p=0,00$; $ES=0,58$) e o post hoc de Tukey confirmou a diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste ($p=0,0001$) e a ausência de diferença entre o pós-teste e o teste de retenção ($p=0,88$).

Estes dados sugerem que ambos os grupos GC e GE comportaram-se de maneira igual ao longo do experimento, sendo que ambos os grupos aumentaram o número de erros em função da prática e este aumento foi mantido no teste de retenção.

Figura 7 – Gráfico da média das médias das bolas erradas dos sujeitos do GC e do GE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa.

5.3 Comparação entre LD, LE e GC

Os achados referentes a comparação entre LE, LD e GC para a variável dependente número de bolas certas podem ser verificados na Figura 8. A análise inferencial Anova two way destes dados não detectou efeito de interação ($F= 1,51$; $p=0,20$; $ES=0,07$). Todavia, foi expressa diferença significativa para a análise intergrupo ($F= 12,65$; $p=0,00$; $ES=0,40$), sendo que o post hoc de Tukey revelou que esta diferença ocorreu entre o GC e LD ($p=0,0001$) e entre o GC e LE ($p=0,01$), não havendo diferença entre LD e LE ($p=0,21$). A Anova two way também detectou a diferença para a análise intragrupo ($F= 50,17$; $p=0,00$; $ES=0,57$), em que o post hoc de Tukey apontou a diferença entre pré-teste e pós-teste ($p=0,0001$) e a igualdade entre pós-teste e retenção ($p=0,86$).

Em suma, estes dados permitem verificar que para o número de bolas certas, a única diferença intergrupo ocorreu entre LD e GC, assim, LE e GC e LD e LE mostraram-se iguais. Além disso, todos os grupos aumentaram seu desempenho ao longo da prática e mantiveram-no no teste de retenção.

Figura 8 – Gráfico da média das médias das bolas certas dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa, (+): diferença intergrupo significativa.

Na Figura 9 é possível notar o valor médio dos pontos dos grupos LD, LE e GC ao longo dos blocos de tentativa. Com a análise Anova two way pode-se notar que houve efeito de interação ($F = 2,94$; $p = 0,02$; $ES = 0,13$). Com isto, o post hoc de Tukey revelou que não houve diferença entre os grupos no pré-teste, seja comparando o LD e LE ($p = 0,97$), o LD e GC ($p = 0,33$), e o LE e GC ($p = 0,97$). No pós-teste houve diferença significativa apenas na comparação entre GC e LD ($p = 0,0005$), não havendo diferença entre LD e LE ($p = 0,42$) e LE e GC ($p = 0,23$). No teste de retenção esta tendência repetiu, LD e GC diferentes ($p = 0,009$) e igualdade entre LE e LD ($p = 0,86$) e LE e GC ($p = 0,44$). Além disso, o post hoc de Tukey ainda verificou que todos os grupos apresentaram diferença entre pré-teste e pós-teste, LD ($p = 0,0002$), LE ($p = 0,0001$), GC ($p = 0,0001$); e não apresentaram diferença entre pós-teste e retenção, LD ($p = 0,99$), LE ($p = 0,99$), GC ($p = 0,99$).

Estes achados apontam que no pré-teste todos os grupos encontravam-se no mesmo nível de complexidade e aumentaram os níveis de complexidade em função da prática, sendo este aumento mantido no teste de retenção. Em acréscimo a isto, com o passar da prática o GC diferenciou-se do LD, sendo esta diferença mantida no teste de retenção.

Figura 9 – Gráfico da média das médias da pontuação dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa, (+): diferença intergrupo significativa.

Na Figura 10 encontra-se o gráfico do valor médio do número de bolas erradas do GC, do LD e do LE ao longo dos blocos de tentativa. Não houve efeito de interação ($F= 0,59$; $p=0,66$; $ES=0,03$) segundo a análise Anova two way. Neste sentido, não houve também diferença para a análise intergrupo ($F= 0,07$; $p=0,93$; $ES=0,001$). Por fim, para a análise intragrupo houve diferença estatisticamente significativa ($F= 0,45$; $p=0,00$; $ES=0,55$), sendo que o post hoc de Tukey verificou que esta diferença foi entre pré-teste e pós-teste ($p=0,0001$) e não entre pós-teste e retenção ($p=0,89$).

Os resultados acima sugerem que não houve diferença entre os grupos, sendo que todos aumentaram o número de erros ao longo dos blocos de prática e mantiveram esta tendência no teste de retenção.

Figura 10 – Gráfico da média das médias do número de bolas erradas dos sujeitos do GC, LD e LE ao longo dos blocos de tentativa. Legenda: LD: Grupo lesão a direita, LE: Grupo lesão a esquerda, GC: Grupo controle, (*): diferença intragrupo significativa.

5.4 Correlação entre nível de complexidade (pontos) e erros (bolas erradas)

É possível verificar nas Figuras 11, 12 e 13 o gráfico de dispersão e a regressão linear entre pontos e bolas erradas dos grupos LD, LE e GC, respectivamente. Segundo os critérios de Santos (2007), o cálculo da correlação de Pearson foi moderadamente positiva para todos os grupos, sendo que o LD apresentou correlação de $\rho = 0,51$, o LE apresentou correlação de $\rho = 0,53$ e o GC apresentou correlação de $\rho = 0,52$.

Com isto, pode-se afirmar que o aumento do nível de complexidade ao longo dos blocos de prática induziu moderadamente o aumento do número de bolas erradas ao longo dos blocos de tentativa.

Figura 11 – Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do LD.

Figura 12 – Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do LE.

Figura 13 – Gráfico de dispersão e regressão linear que representa a correlação moderada entre pontuação e número de bolas erradas do GC.

5.5 Síntese dos resultados

A Figura 14 demonstra o quadro dos principais achados da comparação entre GC e GE para todas as variáveis dependentes ao longo das principais fases do experimento.

	Aquisição Pré-teste x Pós-teste	Persistência Pós-teste x Retenção
Bolas Certas	GC = GE Houve melhora de desempenho	GC = GE Houve persistência
Pontos	Em função da prática GC ≠ GE Houve aumento do nível de complexidade em ambos os grupos	GC ≠ GE Houve persistência em ambos os grupos
Bolas Erradas	GC = GE Houve aumento do nº de erros em função da prática	GC = GE Houve persistência

Figura 14 – Quadro da síntese dos resultados da comparação entre GC e GE. Legenda: GC: Grupo controle, GE: Grupo Experimental, (=): igual, (≠): diferente.

Na Figura 15 é possível verificar o quadro dos principais resultados da comparação entre LD, LE e GC para todas as variáveis dependentes ao longo das principais fases do experimento.

	Aquisição Pré-teste x Pós-teste	Persistência Pós-teste x Retenção
Bolas Certas	LD = LE, LE ≠ GC, LD ≠ GC. Houve aumento do desempenho para todos os grupos	LD = LE, LE ≠ GC, LD ≠ GC. Houve persistência em todos os grupos
Pontos	LE = GC, LE = LD, em função da prática GC ≠ LD. Houve aumento do nível de complexidade em todos os grupos	LE = GC, LE = LD, GC ≠ LD. Houve persistência em todos os grupos
Bolas Erradas	LD = LE = GC Houve aumento do nº de erros em função da prática	LD = LE = GC Houve persistência

Figura 15 – Quadro da síntese dos resultados da comparação entre LD, LE e GC. Legenda: LD: Grupo lesão a direita, LE: Grupo lesão a esquerda, GC: Grupo controle, (=): igual, (≠): diferente.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve dois principais objetivos e, desta forma, optou-se por discutir os resultados de cada um destes objetivos separadamente. A seguir, as discussões propostas:

6.1 Da comparação entre GC e GE

O primeiro objetivo respaldou-se em função da inconsistência que a literatura apresenta na comparação da aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis. A falta de um robusto conjunto de estudos neste âmbito faz com que haja discordâncias sobre o real efeito da lesão encefálica sobre a aprendizagem motora. Diante disto e, sabendo que a aprendizagem motora é tarefa específica (SCHMIDT; LEE, 2011), objetivou-se verificar se indivíduos pós-AVE apresentam prejuízos na aprendizagem de uma tarefa de controle postural se comparados a indivíduos saudáveis.

Os resultados sugerem que indivíduos pós-AVE apresentam capacidade de aprender uma tarefa de controle postural de forma similar à de indivíduos saudáveis. Isto porque, para a medida bolas certas, que representou a meta da tarefa, os grupos GC e GE não se diferiram em nenhuma fase do experimento, sendo que ambos os grupos melhoraram seu desempenho em função da prática e mantiveram-no no teste de retenção, expressando que ambos os grupos aprenderam igualmente a tarefa proposta.

Assim, os resultados sugerem que, a diferença na aprendizagem motora de uma tarefa de controle postural entre indivíduos pós-AVE e saudáveis, na verdade, está no nível de complexidade que a tarefa possui. Esta afirmativa surge da superioridade que o GC obteve na pontuação se comparado ao GE. Dado que ambos os grupos apresentavam desempenho igual no pré-teste, e diferença no pós-teste e na retenção. É notório que, com a prática, o GC conseguiu realizar a tarefa em níveis de complexidade superiores ao GE, sendo esta dinâmica mantida no teste de retenção.

Além disso, pode-se notar que ambos os grupos foram iguais ao que se refere o número de bolas erradas, tanto GC, quanto GE aumentaram o número de erros ao longo dos blocos de prática, mantendo-os no teste de retenção. Esta situação pareceu antagônica, pois é esperado que, com o passar da prática de qualquer habilidade motora, haja a diminuição do erro (EDWARDS,

2011; SCHMIDT; WRISBERG, 2008). Contudo, a tarefa proposta neste estudo apresentou a característica de aumento da complexidade exponencialmente compatível à melhora do desempenho do praticante. Como esta dinâmica de aumento de complexidade, pode-se inclusive justificar a correlação moderadamente positiva entre a pontuação e o número de bolas erradas. Atribuí-se tal comportamento presente em ambos os grupos aos efeitos gerados pela complexidade.

Ao comparar os achados do presente estudo a outros da literatura, é possível observar em outras tarefas, a existência de igualdade da capacidade de aprendizagem motora entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis. Dentre elas, em tarefas manuais de precisão (PLATZ et al, 1994), em tarefas de rastreamento (BOYD; WINSTEIN, 2004; VIDONI; BOYD, 2009), em tarefas de tempo de reação serial (POHL et al, 2006) e, em tarefas de alcance e preensão (WINSTEIN; MERIANS; SULLIVAN, 1999). Neste sentido, este estudo torna-se original, pois é o primeiro a investigar tal problemática em uma tarefa de controle postural e, deste modo, contribuir ainda mais para perspectiva da igualdade da capacidade de aprendizagem entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis.

Todavia, esta afirmativa deve ser cautelosa, uma vez que a etiologia multifatorial e o quadro clínico pouco homogêneo da população pós-AVE podem comprometer a validade externa dos dados e a maior generalização para toda a população com AVE. Nesse contexto sabe-se que indivíduos pós-AVE com níveis diferentes de acometimento podem beneficiar-se de estruturas de prática diferentes (SCHWEIGHOFER et al, 2011) ou, até mesmo, apresentarem capacidade de aprendizagem distintas (BOYD; WINSTEIN, 2004; VIDONI; BOYD, 2009). Portanto, o estudo de Pohl e colaboradores (2006) aponta que os indivíduos com acometimento leve são os que mais se assemelham a indivíduos saudáveis na aprendizagem de tarefas, não ocorrendo o mesmo para indivíduos com acometimento moderado ou grave. Desta forma, supõe-se que o nível leve de acometimento da amostra do presente estudo pudesse justificar a igualdade na aprendizagem motora dentre o GE e o GC.

Por outro lado, a ausência de um teste de aprendizagem, como o teste de retenção, pode ser o que implica na detecção da diferença da aprendizagem

motora entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis. De fato, os estudos de Pool & Winstein (1999), Boyd e colaboradores (2007), Ustinova e colaboradores (2001) e Ioffe e colaboradores (2010) apresentaram diferença significativa entre indivíduos pós-AVE e controle. Contudo, apenas analisavam a fase de aquisição, não possuindo testes de aprendizagem.

Neste sentido, esse estudo é relevante e contribui para o corpo de conhecimentos na literatura, pois não só buscou investigar a comparação da aprendizagem motora de uma tarefa de controle postural entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis, mas também incluiu o teste de retenção. O fato de apresentar o teste de retenção após uma semana sem prática apresenta uma proposta metodológica que permitiu inferir sobre a persistência do desempenho em longo prazo, a qual só é aferida quando os efeitos deletérios ou de acréscimo das variáveis de desempenho são esquecidos (FISCHMAN; CHRISTINA; VERCRUYSEN, 1982).

Este princípio do oferecimento do tempo necessário para as variáveis de desempenho dissiparem-se é essencial para a verificação da aprendizagem motora. Como exemplo, pode-se citar o estudo de Vidony e Boyd (2009), no qual foi detectada diferença significativa entre a aprendizagem motora de indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis. No entanto, em seu delineamento notam-se dois dias consecutivos de prática e no terceiro dia consecutivo, o teste de retenção. Este tempo de retenção é o mesmo oferecido entre os blocos de prática, levando ao questionamento da possibilidade dos efeitos do acúmulo de prática se manterem no teste de retenção e confundirem os resultados encontrados.

Em princípio pode parecer é inesperado que os indivíduos pós-AVE apresentem aprendizagem motora semelhante a de indivíduos saudáveis quanto ao cumprimento da meta da tarefa. Isto porque esta população apresenta déficits percepto-motores e cognitivos (CARR; SHEPHERD, 2003; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010) que poderiam implicar em pior desempenho na comparação com indivíduos saudáveis. Contudo, a melhora de desempenho motor destes indivíduos não requer, necessariamente, melhora das estruturas motoras (melhor coordenação segmentar, melhora de força ou diminuição do tônus). Pode ser que a melhora do desempenho seja derivada de um mecanismo compensatório que, por sua vez, é aprendido e faz com que

o desempenho seja elevado (LEVIN; KLEIN; WOLF, 2009) e mantido ao longo do tempo.

Os resultados do presente sugerem que, mesmo havendo a melhora do desempenho por meio da aquisição de possíveis mecanismos compensatórios, os efeitos da complexidade diferem entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis. A complexidade é um elemento que já foi muito bem investigado em indivíduos saudáveis e neles exerce uma forte influência sobre o desempenho (WULF; SHEA, 2002; CORRÊA et al, 2005). Aparentemente, os resultados desse estudo também levam a crer que a complexidade é um elemento que influencia diretamente o desempenho de indivíduos pós-AVE em tarefas de controle postural e, até o presente momento, nenhum estudo da literatura buscou investigar este elemento. Nosso estudo não teve como alvo a investigação da complexidade, mas foi possível evidenciar que se trata de uma variável importante a ser investigada nessa população.

6.2 Da comparação entre LD, LE e GC

O segundo objetivo foi em função dos achados da literatura sobre o possível déficit na aprendizagem de tarefas de controle postural que indivíduos pós-AVE, quando lesados no hemisfério direito, teriam. Como esta suposição está construída em metodologias que analisam somente a fase de aquisição, o objetivo foi investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-AVE em função do hemisfério acometido, considerando-se o teste de retenção em longo prazo.

Os achados refutaram a hipótese de que indivíduos pós-AVE com lesão no hemisfério direito apresentam aprendizagem motora diferenciada daqueles que possuem lesão no hemisfério esquerdo, principalmente considerando que a aprendizagem motora pode ser aferida pela máxima certeza de que a meta da tarefa é cumprida, pela diminuição do tempo para execução de uma habilidade motora ou pela diminuição do dispêndio de energia (SCHMIDT; LEE, 2005). Em função da tarefa possuir como requerimento de sucesso o aumento de precisão, a variável que melhor permitiu inferir sobre a aprendizagem motora foi o número de bolas certas, por estar relacionada diretamente a meta da tarefa.

Neste sentido, os achados demonstraram a igualdade entre LD e LE para a variável dependente bolas certas, o que levanta a ideia de que não existe diferença entre indivíduos com lesão no hemisfério esquerdo e direito para aprendizagem de uma tarefa de controle postural. De fato, a não existência da diferença entre LD e LE e a melhora do desempenho em função da prática associada com a manutenção deste desempenho aperfeiçoado no teste de retenção, leva a supor que o lado da lesão não afetou a ocorrência da aprendizagem motora de uma tarefa de controle postural.

Mais uma vez, as diferenças acerca das características da lesão encefálica sobre a aprendizagem de uma tarefa de controle postural ocorreram em função do nível de complexidade. Os achados referentes a pontuação demonstraram que indivíduos com lesão a direita apresentam comportamentos iguais a de indivíduos com lesão a esquerda. Contudo, quando comparados os desempenhos de indivíduos com lesão a direita e saudáveis pode-se notar que, em função da prática, os indivíduos saudáveis diferiram de indivíduos com lesão a direita, sendo esta diferença mantida no teste de retenção. Esta tendência não foi observada na comparação entre GC e LE, supondo que indivíduos com lesão a esquerda e indivíduos saudáveis apresentaram o mesmo comportamento ao longo das fases do experimento. Cabe, ainda, salientar que, mesmo havendo diferença intergrupo, todos os grupos aumentaram o nível de complexidade em função da prática, mantendo-o no teste de retenção.

Por fim, aparentemente, o aumento da complexidade novamente influenciou o número de erros dos grupos. Não houve diferença intergrupo e todos os grupos aumentaram o número de erros em função da prática, mantendo este aumento no teste de retenção. Considerando que LD, LE e GC aumentaram o nível de complexidade em função da prática, este aumento de complexidade pode ter exercido um efeito que gerou a maior ocorrência de erros.

Na comparação com a literatura notam-se algumas divergências. As hipóteses baseadas na literatura eram de que indivíduos com lesão no hemisfério direito apresentariam defasagens na aprendizagem de tarefas de controle postural se comparados a indivíduos com lesão a esquerda (USTINOVA et al, 2001; IOFEE et al, 2010). Esta suposição respalda-se no fato

de que o hemisfério direito tem a função predominante em acoplar as percepções visuais, somatossensoriais e sinestésicas na criação do Modelo Interno de Verticalidade, que é construto básico do controle postural (PÉRENNOU et al, 2008; BARRA et al, 2009).

Possivelmente, a detecção da diferença da aprendizagem de tarefas de controle postural entre indivíduos com lesão a direita e a esquerda relatada nos experimentos de Ustinova et al (2001) e Ioffee et al (2010) ocorreu em função da não existência de um teste de aprendizagem, como o teste de retenção.

De fato, parece não ser conveniente basear uma conclusão sobre a aprendizagem motora a partir de inferências de desempenho observadas ao longo da prática (EDWARDS, 2011; SCHMIDT; WRISBERG, 2008). Isto porque o ambiente em que se dá a prática possui variáveis de desempenho que podem inibir a percepção de melhora, tais como a ansiedade, monotonia da prática entre outras, ou até mesmo ampliá-la em função da motivação e do efeito do acúmulo de prática, por exemplo (MAGILL, 2000; SCHMIDT; LEE, 2005).

Além disso, durante os blocos de aquisição é possível a existência de platôs de desempenho, que induzem a ideia de que a aprendizagem estagnou-se, quando na verdade, a aprendizagem motora ainda ocorre e desenvolve-se mesmo com a existência de platôs durante a fase de aquisição (ADAMS, 1987).

Neste sentido, analisando as curvas de desempenho de indivíduos pós-AVE com lesão a direita e com lesão a esquerda dos estudos de Ustinova e colaboradores (2001) e Ioffee e colaboradores (2010), pode-se notar que há platôs de desempenho para ambos os grupos durante a fase de aquisição, o que, de certa forma, não se relaciona com o possível nível de aprendizagem dos participantes naquele determinado momento. Mas, considera-se que estes platôs são incorretamente apontados pelos autores como a possível diferença na capacidade de aprendizagem dentre indivíduos lesados a direita e a esquerda.

Os achados do presente estudo refutam os resultados dos estudos anteriormente descritos. Dois principais aspectos podem estar envolvidos nos resultados que indicam a igualdade da aprendizagem de uma tarefa de controle postural entre indivíduos com lesão a direita e indivíduos com lesão a

esquerda. O primeiro aspecto diz respeito aos déficits que indivíduos com lesão a esquerda apresentam na aprendizagem de tarefas que envolvem demanda de planejamento motor (TORRIANI-PASIN, 2010), sendo que esta dificuldade poderia prejudicar a aquisição da tarefa proposta devido a alta demanda cognitiva que a mesma impunha.

Assim, a igualdade da aprendizagem de tarefas de controle postural entre LD e LE pode ser expressa pela dificuldade de integração sensório motora para fins de controle do equilíbrio corpóreo em indivíduos com lesão no hemisfério direito (PÉRENNOU et al, 2008; PÉRENNOU et al, 2014) e a utilização de estratégias e planejamento inadequado das ações motoras de indivíduos com o hemisfério esquerdo lesado (TORRIANI-PASIN, 2010). Deste modo, estas duas características podem afetar negativamente a aprendizagem da tarefa e fazer com que LD e LE não apresentassem diferença entre si.

O segundo aspecto diz respeito a complexidade da tarefa, sendo que os achados do presente estudo permitem supor que, talvez, as defasagens na aprendizagem de tarefas de controle postural em indivíduos pós-AVE com lesão no hemisfério direito tenham ocorrido em função da adaptação dos padrões posturais frente a novos níveis de complexidade da tarefa e não da manutenção da postura como objetivo primordial. Estas suposições possuem respaldos no fato de que para a variável dependente Pontos, no pré-teste não houve diferença intergrupo e, em função da prática, o LD mostrou-se inferior ao GC, o que não ocorreu na comparação entre GC e LE. Em relação a robustez deste achado, cabe a realização de mais estudos que possam verificar efetivamente a influência da complexidade sobre a aprendizagem de tarefas de controle postural em indivíduos pós-AVE, sendo que aparentemente o lado da lesão pode ser um fator importante neste aspecto.

6.3 Limitações do estudo

O presente estudo apresentou algumas limitações metodológicas que são descritas a seguir:

- A tarefa utilizada neste estudo não possibilita a reprogramação das características de sua dinâmica, impossibilitando assim, o perfeito controle

e utilização de algumas variáveis intervenientes, como a complexidade da tarefa, ou a elaboração de um teste de transferência adequado.

- O tempo de prática em cada tentativa foi determinado pelo grau de complexidade que o participante conseguiu alcançar a partir da realização da tarefa. Logo, aqueles que conseguiam vencer os níveis de complexidade propostos pelo jogo permaneciam um tempo maior desempenhando a tarefa em cada tentativa. Na tentativa de sanar isto foi reduzido o número de tentativa no pré-teste, pós-teste e teste de retenção, e controlou-se a prática durante a fase de aquisição por tempo e não por tentativa.

- Não houve avaliação encefálica por meio de ressonância magnética funcional dos sujeitos incluídos no estudo, como feito por Boyd e Winstein (2004) e Boyd e colaboradores (2009). Desse modo, não se tem o volume cerebral lesionado para cada sujeito.

- Não houve avaliação cinemática dos pacientes enquanto desempenhavam a tarefa, impossibilitando maior robustez acerca da especulação de que a melhora de desempenho tenha sido oriunda de mecanismos compensatórios, como foi feito por Cirstea, Ptito e Levin (2003, 2006) e Platz e colaboradores (1994).

7 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que indivíduos pós-AVE apresentam capacidade de aprendizagem de uma tarefa de controle postural semelhante aos indivíduos saudáveis e que, o lado da lesão não afeta a aprendizagem desta tarefa. Contudo, a capacidade de desempenhar uma tarefa de controle postural em níveis de complexidade superiores faz com que indivíduos pós-AVE diferenciem-se negativamente dos indivíduos saudáveis, sendo que, os indivíduos pós-AVE com lesão no hemisfério direito possuem esta dificuldade acentuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J.A. Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. Psychological Bulletin, v.101, p.41-74, 1987.

ADEGOKE, B.O.; OLANIYI, O.; AKOSILE, C.O. Weight bearing asymmetry and functional ambulation performance in stroke survivors. Global Journal of health Science, v.4, n.2, p.87-94, 2012.

AHA, WRITING GROUP MEMBERS – ROGER, L.V. et al. Heart disease and stroke statistics – 2012 update: A report from the American Heart Association. Circulation, v. 125, p.e2-e220, 2012.

ANDERSEN, R. A. Encoding of intention and spatial location in the posterior parietal cortex. Cerebral Cortex, v.5, p.457–69, 1995.

ANDERSEN, R. A.; SNYDER, L.H.; LI, C.S.; STRICANNE, B. Coordinate transformations in the representation of spatial information. Current Opinion in Neurobiology, v.3, p.171–6, 1993.

ASANUMA, H.; ARISSIAN, K. Experiments on functional role of peripheral input to motor cortex during voluntary movements in the monkey. Journal of Neurophysiology, v.52, n.2, p.212-27, 1984.

ASSAIANTE, C.; AMBLARD, B. Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues. Experimental Brain Research, v.93, n.3, p.499-515, 1993.

BAIER, B. et al. Pusher syndrome: its cortical correlate. Journal of Neurology, v.259, n.2, p.277-83, 2012.

BALASUBRAMANIAN, C.K. et al. Relationship between step length asymmetry and walking performance in subjects with chronic hemiparesis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v.88, p.43-9, 2007.

BARD, C. et al. Role of afferent information in the timing of motor commands: A comparative study with a deafferented patient. Neuropsychologia, v.30, p.201-6, 1992.

BARELA, J.A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. Revista de Paulista de Educação Física, sup.3, p. 79-88, 2000.

BARRA, J. et al. Perception of longitudinal body axis in patients with stroke: a pilot study. J Neurol Neurosurg Psychiatry, v.78, p.43–48, 2007.

BARRA, J. et al. Asymmetric standing posture after stroke is related to a biased egocentric coordinate system. Neurology, v.72, n.5, 2009.

BARTHELEMY, S.; BOULINGUEZ, P. Manual assymetries in the directional coding of reaching: further evidence for hemispatial effects and right hemisphere dominance for movement planing. Experimental Brain Reasearch, v.147, p.305-312, 2002.

BARTOLOMEO, P., CHOKRON, S. Egocentric frame of reference: Its role in spatial bias after right hemisphere lesions. Neuropsychologia, v.37, p.881–894, 1999.

BECK, A.T. Depression: Causes and treatment. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1967.

BERG, K. Measuring balance in elderly: validation of an instrument. Dissertação. McGill University. Montreal, 1993

BERTOLUCCI, P.H.F. et al. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. Arg. neuropsiquiatr, v. 52, n. 1, p. 1-7, mar. 1994.

BOHANNON, R.W. Determinants of transfer capacity in patients with hemiparesis. Physiotherapy Canada, Toronto, v.40, p.236-239, 1988.

BOHANNON, R.; SMITH, M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Physical Therapy, v.67, n.2, 1987.

BOHANNON, R. et al. The listing phenomenon of hemiplegic patients. Neurol Rep, v.10,p.43–4, 1986.

BONAN, I.V. et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. Arch Phys Med Rehabil, v.85, p.268-73, 2004.

BONAN, I.V. et al. Sensory reweighting in controls and stroke patients. Clinical Neurophysiology, v.124,p.713–722, 2013.

BOYD, L.A. et al. Learning Implicit: Effects of task and severity after stroke. Neurorehabilitation and Neural Repair, v.21, n.44, 2007.

BOYD, L.A. et al Learning Implicit: Effects of task and severity after stroke. Neurorehabilitation and Neural Repair, v.21, n.444, 2007.

BRINKER, B. P. L. M. et al. A multidimensional analysis of some persistent problems in motor learning. In: GOODMAN, D.; WILBERG, R. B.; FRANKS, I. M. (Ed.). Differing perspectives in motor learning, memory, and control. Amsterdam: North-Holland, 1985.

BROWN, H.D.; KOSSLYM, S.M. Cerebral Lateralization. Current Opinion in Neurobiology, v.3, p.183-6, 1993.

BROWN, L.A.; SLEIK, R.J.; WINDER, T.R. Attentional demands for static postural control after stroke. Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, v.83, p.1732-5, 2002.

BOYD, L.A.; VIDONI, E.D.; WESSEL, B.D. Motor learning after stroke: Is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? Neuroscience Letters, v.482, p.21-25, 2010.

BOYD, L.A.; WINSTEIN, C.J. Implicit motor sequence learning in humans following unilateral stroke: the impact of practice and explicit knowledge. Neuroscience Letters, v.298, p.65-9, 2001.

BOYD, L.A.; WINSTEIN, C.J. Cerebellar Stroke Impairs Temporal but not Spatial Accuracy during Implicit Motor Learning. Neurorehabilitation and Neural Repair, v.18, n.134, 2004.

BURKE, D.; WISSEL, J.; DONNAN, G.A. Pathophysiology of spasticity in stroke. Neurology, v.80, sup.20, 2013.

CANNING, C.G.; ADA, L.; O'DWYER, N. Slowness to develop force contributes to weakness after stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v.80, p.66-70, 1999.

CARR, J.; SHEPHERD, R. Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skills. Edinburgh: Elsevier Science Limited, 2003.

CHAGAS, E.F.; TAVARES, M.A. A simetria e a transferência de peso do hemiplégico: relação dessa condição com o desempenho de suas atividades funcionais. Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo, São Paulo, v.8, n.1, p.40-50, 2001.

CHEN, C.; LEYS, D.; ESQUENAZI, A. The interaction between neuropsychological and motor deficits in patients after stroke. Neurology, v.80, sup.27, 2013.

CHENG, P.T. et al. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Reston, v.79, n.9, p.1043-1046, 1998.

CHESTER, C.S.; MCLAREN, C.E. Somatosensory evoked response and recovery from stroke. Arch Phys Med Rehabil, v.70, n.7, p.520-5, 1989.

CIRSTEA, M.C.; LEVIN, M.F. Compensatory strategies for reaching in stroke. Brain, v. 123, p. 940- 953, 2000.

CIRSTEA, M.C. et al. Interjoint coordination dynamics during reaching in stroke. Experimental Brain Research, v.151, p.289-300, 2003.

CONNELL, L.A.; LINCOLN, N.B.; RADFORD, K.A. Somatosensory impairment after stroke: frequency of different deficits and their recovery. Clinical Rehabilitation, v.22, p.758-67, 2008.

CUMMING, T.B.; MARSHALL, R.S.; LAZAR, R.M. Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: still an incomplete picture. International Journal of Stroke, v.8, p.38-45, 2013.

CORREA, U.C. et al. "Timing" coincidente em tarefas complexas estudo exploratório do desempenho de adultos de diferentes idade em diferentes

velocidades de estímulos visual. *Revista brasileira de Educação Física e Esporte*, v.19, n.4, p.307-315, 2005.

D'AQUILA, M.A. et al. Validation of a lateropulsion scale for patients recovering from stroke. *Clinical Rehabilitation*, v.18, p.102-9, 2004.

DAVIES, P. Right in the middle. Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia, Berlin: Springer-Verlag, 1990.

DEUTSCH, J.E. et al. Nintendo Wii Sports and Wii Fit Game Analysis, Validation, and Application to Stroke Rehabilitation. *Top Stroke Rehabil*, v. 18, n.6, p. 701-719, 2011.

DI FABIO, R.P.; BADKE, M.B. Relationship of Sensory Organization to Balance Function in Patients with Hemiplegia. *Physical Therapy*, v.70,p.542-8, 1990.

DI FABIO, R.P.; BADKE, M.B. Distance duration under sensory conflict conditions in patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, v.72, n.5, p.292-5, 1991.

DI FABIO, R.P.; BADKE, M.B.; DUNCAN, P.W. adapting human postural reflexes following a localized cerebrovascular lesion: analysis of bilateral long latency responses. *Brain Research*, v.363, p.257-264, 1986.

DRIVER, J.; NOESSELT, T. Multi-sensory interplay reveals cross model influences on sensory-specific brain regions, neural responses, and judgments. review. *Neuron*, v.57, p.11–23, 2008.

DUNCAN, P.; BADKE, M.B. *Stroke Rehabilitation: the recovery of motor control*. Chicago: Year Book, 1987.

DUNCAN, P.W. et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*. v.45, 1990.

EDWARDS, W.H. *Motor Learning and Control: From Theory to Practice*. Belmont: Wadsworth, 2011.

FISCHMAN, M.G.; CRISTINA, R.W.; VERCRUYSEN, M.J. Retention and transfer of motor skills: a review for practitioner. *Quest*, v.33, p.181-194, 1982.

FOLSTEIN, M.F.; FOLSTEIN, S.E.; MCHUGH, P.R. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiat Res, v.12, p.189-198, 1975.

FUGL-MEYER, A.R.; JÄÄSKÖ, L.; LEYMAN, I. The post-stroke hemiplegic patient. Scand J Rehab Med. v. 7, p. 13-31, 1975.

GARLAND, S.J.; GRAY, V.L.; KNORR, S. Muscle activation patterns and postural control following stroke. Motor Control, v.13, p.387-411, 2009.

GARRITANO, C.R. et al. Análise de tendência da mortalidade por acidente vascular cerebral no Brasil no século XXI. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.98, n.6, p.519-27, 2012.

GAZZANIGA, M.S. Cerebral specialization and interhemispheric communication. Does the corpus callosum enable the human condition? Brain, v.123, p.1293-326, 2000.

GAZZANIGA, M.S.; IVRY, R.B.; MANGUN, G.R. Neurociência cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GENTILE A.M. Skill Acquisition: action movement and neuromotor processes. In: CARR, J.; SHEPHERD, R.; GORDON, J. (org). Movement Science foundations for physical therapy in rehabilitation. Rockville: Aspen, 1987.

GERRITS, K.H. et al. Isometric muscle function of knee extensors and the relation with functional performance in patients with stroke. Arch Phys Med Rehabil, v.90, p.480-7, 2009.

GOULART, A.C. et al. A stepwise approach to stroke surveillance in Brazil: the EMMA (Estudo de Mortalidade e Morbidade do Acidente Vascular Cerebral) study. International Journal of Stroke, v.5, p. 284-9, 2010.

HAALAND, K.Y. Left Hemisphere dominance for movement. The Clinical Neuropsychologist, v. 20, p. 609-622, 2006.

HALAND, K.Y.; DELANEY, H.D. Motor deficits after left or right hemisphere damage due to stroke or tumor. Neuropsychologia, v.19, p.17-27, 1981.

HANLON, R.E. Motor learning following unilateral stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v.77, p.811-5, 1996.

HEILMAN, K.M.; ABELL, V.D.T. Right hemisphere dominance for attention: the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). Neurology, v. 30, p. 327-330, 1980.

HOLT, R.R. et al. Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke. Clinical and Rehabilitation, v.14, p.88-95, 2000.

HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In; ROWELL L.B.; SHERPHERD. J.T. (ed.). Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts. New York: Oxford American Physiological Society, p.255-292, 1996.

HYNSTROM, A.S. et al. Stroke related changes in neuromuscular fatigue of the hip flexors and functional implications. American Journal Physical Medical Rehabilitation, v.91, n.1, p.33-42, 2012.

IKAI, T. et al. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, Indianapolis, v. 82, n. 6, p. 463-469, 2003.

IOFFE, M.E. et al. Learning postural tasks in hemiparetic patients with lesions of left versus right hemisphere. Experimental Brain Research, v. 201, p.753-761, 2010.

JENNER, J.R. et al. Sideways balance after stroke – a serial study of hip abductors and adductors. European journal of Neurology, v.3, n.127, 1997.

JOHANSSON, B.B. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. Frontiers in Human Neuroscience, v.6, n.60, 2012.

KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H. JESSELL, T.M. Princípios da Neurociência. São Paulo: Manole, 2003.

KARNATH, K.O. Pusher Syndrome – a frequent but little-known disturbance of body orientation perception. Journal of Neurology, v. 254, p.415-24, 2007.

KARNATH, H.O.; FERBER, S.; DICHGANS, J. The origin of contraversive pushing: evidence for a second graviceptive system in humans. Neurology, v.55, n.9, p.1298-304, 2000.

KARNATH, K.O.; RORDEN, C. The anatomy of spatial neglect. Neuropsychologia, v.50, n.6, p.1010-7, 2012.

KARNATH, H.O. et al. Posterior thalamic hemorrhage induces “pusher syndrome”. Neurology, v.64, n.6, p.1014-9, 2005.

KELSO, J.A.S.; HOLT, K.G.; FLATT, A.E. The role of proprioception in the perception and control of human movement: Towards a theoretical reassessment. Perception & Psychophysics, v.28, p.45-52, 1980.

KIRKER, S.G. et al. Stepping before standing: hip muscle function in stepping and standing balance after stroke. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, v.68, p.458-64, 2000.

KITAGO, T.; KRAKAUER, J.W. Motor learning principles for neurorehabilitation. BARNES, M.P.; GOOD, D.C. (eds). Handbook of Clinical Neurology. Neurological Rehabilitation. Elsevier. 2013.

KLINGNER, C.M.; WITTE, O.W.; GÜNTHER, A. Sensory Syndromes. Frontiers Neurology and Neuroscience, v.30, p-4-8, 2012.

KLUGER, M.B. et al. Loss of Somatosensory-evoked Potentials and the Timing of Perception. Cognitive Behavior Neurology, v.22, n.3, 2009.

KRAKAUER, J.W. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. Current Opinion in Neurology, v.19, p.84-90, 2006.

LAFOSSSE, C. et al. Postural abnormalities and contraversive pushing following right hemisphere brain damage. Neuropsychological Rehabilitation, v.17, n.3, p.384-396, 2007.

LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke Rehabilitation. Lancet, v.377, p.1693-702, 2011.

LAI, S.M.; DUNCAN, P.W.; KEIGHLEY, J. Prediction of functional outcome after stroke: comparison of the Orpington Prognostic Scale and NIH Stroke Scale. Stroke, v. 29 p. 1838-1842, 1998.

LAVER, K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane, Database of Systematic Reviews, 2011.

LAZAR, R.M. et al. Multitasking disorder from right temporoparietal stroke. Cognitive Behavior Neurology, v.20, p.157-162, 2007.

LEE, D.N.; LISHMAN, J.R. Visual proprioceptive control of stance. Journal human Movement Studies, v.1, p.87-95, 1975.

LESSA, I. Epidemiologia das doenças cerebrovasculares no Brasil. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, v.4, p.509-18, 1999.

LEVIN, M.F.; KLEIM, J.A.; WOLF. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke? Neurorehabilitation and neural Repair, v.23, n.4, p.313-319, 2009

LEVIN, M.F.; PANTURIN, E. Sensorimotor Integration for Functional Recovery and the Bobath Approach. Motor Control, v.15, p.285-301, 2011

LOTUFO, P.A. Stroke in Brazil: a neglected disease. Jornal de Medicina de São Paulo, v.123, p.3-4, 2005.

LUYAT, M.; OHLMANN, T.; BARRAUD, P.A. Subjective vertical and postural activity. Acta Psychol, v.95, p.181-93, 1997.

MAGILL, R.A. Aprendizagem Motora: conceitos e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MARSDEN, J.F.; PLAYFORD, E.D.; DAY, B.L. The vestibular control of balance after stroke. J Neurol Neurosurg Psychiatry, v.76, p.670–8, 2005.

MANI, S. et al. Contralesional motor deficits after unilateral stroke reflect hemisphere-specific control mechanisms. Brain, p. 1-16, 2013.

MANOR, B. et al. Altered control of postural sway following cerebral infarction: a cross-sectional analysis. Neurology, v.74, p.458-64, 2010.

MANSFIELD, A. et al. Determinants and consequences for standing balance of spontaneous weightbearing on the paretic side among individuals with chronic stroke. Gait Posture, 2013, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gait-post.2013.01.005>.

MANSUR, A.P.; FAVARATO, D. Mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil e na Região metropolitana de São Paulo: Atualização 2011. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.99, n.2, p.755-761, 2012.

MARTINS, E.F. et al. Is it correct to always consider weight-bearing asymmetrically distributed in individuals with hemiparesis? Physiotherapy Theory and Practice, v.27, n.8, p.566–71, 2011.

MARSHALL, S.C. et al. Attentional deficits in stroke patients: a visual dual task experiment. Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, v.78, p.7-12, 1997.

MIHARA, M. et al. Cortical control of postural balance in patients with hemiplegic stroke. Neuroreport, v.23, n.5, p.314-9, 2012.

MIM, L.L. et al. Neurociências e Acidente vascular cerebral. São Paulo: Editora Pleiade, 2009, p.35-42.

MINELLI, C.; FEN, L.F.; MINELLI, D.P.C. Stroke Incidence, Prognosis, 30-Day, and 1-Year Case Fatality Rates in Matão, Brazil : A Population-Based Prospective Study. Stroke, v.38, p.2096-11, 2007.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A.C. As informações sensoriais para o controle postural. Fisioterapia e Movimento, 19:11-8, 2006.

MULDER, T. et al. Sensorimotor adaptability in the elderly and disabled. In: STELMACH, G.; HOMBERG, V. (eds). Sensori-motor impairment in the elderly. Dordrecht: Kluwer, 1993.

NEWELL, K.M. Motor skill acquisition. Annual Review of Psychology, v. 42, p. 213-237, 1991.

OLDFIELD, R.C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologia, v.9, p.97-113, 1971.

OLIVEIRA, C.B. et al. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. Journal of Rehabilitation Research & Development, v.45, n.8, p.1215-26, 2008.

PACI, M.; BACCINI, M.; RINALDI, L.A. Pusher behavior: A critical review of controversial issues. Disability and Rehabilitation, v.31, n.4, p.249-58, 2009.

PEREIRA, L.C.; BOTELHO, A.C.; MARTINS, E.F. Relationships between body symmetry during weight-bearing and functional reach among chronic hemiparetic patients. Revista Brasileira de Fisioterapia, v.14, p.229–66, 2010.

PÉRENNOU, D.A. Postural disorders and spatial neglect in stroke patients: A strong association. Restorative Neurology and Neuroscience, v.24, p.319-34, 2006.

PÉRENNOU, D.A. et al. Understanding the pusher behavior of some stroke patients with spatial deficits: a pilot study. Arch Phys Med Rehabil, v. 83, p. 570-?, 2002.

PÉRENNOU, D.A. et al. Hemispheric asymmetry in the visual contribution to postural control in healthy adults. NeuroReport, v. 8, p. 3137-3141, 1997.

PÉRENNOU, D.A. et al. Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, v.82, p.440-7, 2001.

PÉRENNOU, D.A. et al. Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship?. Brain, v. 131, p. 2401-2413, 2008.

PÉRENNOU, D. et al. Measuring verticality perception after stroke: Why and how? Clinic Neurophysiol v.44, p.25-32, 2014.

PEURALA, S.H. et al. Postural instability in patients with chronic stroke. Restorative Neurology and Neuroscience, v.25, p.101-8, 2007.

PINTO, L.R.; SARAIVA, S.; SANVITO, W.L. Unilateral neglect syndrome. Clinical and topographic study of 20 subjects. Arquives of Neuropsychiatry, v.48, p.188-94, 1990.

PLATZ, T. et al. Motor learning after recovery from hemiparesis. Neuropsychologia, v.32, n.10, p.1209-23, 1994.

POHL, P.S. et al. Implicit learning of a motor skill after mild and moderate stroke. Clinical Rehabilitation, v.20, n.246, 2006.

POHL, P.S.; WINSTEIN, C.J. Practice effects on the less-affected upper extremity after stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v.80, p.668-75, 1999.

PRADO-MEDEIROS, C.L. et al. Muscle Atrophy and Functional Deficits of Knee Extensors and Flexors in People With Chronic Stroke. Physical Therapy, v.92, p.429-39, 2012.

RAO, N.; NASHNER, L.; ARUIN, A.S. Perceived body position in standing individuals with recent stroke. Clinical Neurophysiology, v.121, n.11, p.1934-8, 2010.

ROERDINK, M. et al. On the Relative Contribution of the Paretic Leg to the Control of Posture After Stroke. Neurorehabilitation and Neural Repair, v.23, n.3, p.267-74, 2009.

ROY, G. et al. Side difference in the hip and knee joint moments during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. Clinical Biomechanics, v. 22, p. 795–804, 2007.

RUSHWORTH, M.F.S. et al. The left parietal and premotor cortices: motor attention and selection. NeuroImage, v.20, S89-100, 2003.

SAKATA, H.; KUSUNOKI, M. Organization of space perception: Neural representation of three-dimensional space in posterior parietal cortex. Current Opinion in Neurobiology, v.2, p.170–4, 1992.

SANTOS, C. Estatística Descritiva – Manual de Auto-Aprendizagem. Sílabo, Lisboa, 2007.

SAPOSNIK, G. et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. Stroke, v. 41, p. 1477-1484, 2010.

SCALHA, T.B. et al. Correlations between motor and sensory functions in upper limb chronic hemiparetics after stroke. Arquivos de Neuropsiquiatria, v.69, n.4, p-624-9, 2011.

SCHAAPSMEERDERS, P. et al. Long-Term Cognitive Impairment After First-Ever Ischemic Stroke in Young Adults. Stroke, v.7, 2013.

SCHAEFER, S.Y.; HAALAND, K.Y.; SAINBURG, R.L. Hemispheric specialization and functional impact of ipsilesional deficits in movement coordination and accuracy. Neuropsychologia, 2009.

SCHMIDT, R.A. Schema theory: implications for movement education. Motor Skills: Theory into Practice, v. 2, p. 36-48, 1977.

SCHMIDT, R.A.; LEE, T.D. Motor control and learning: a behavioral emphasis. 5ed, Champaign: Human Kinetics, 2011

SCHMIDT, R. A., WRISBERG C. A. Aprendizagem e Performance Motora. Porto Alegre: Editora Artmed, Porto Alegre, 2008.

SEVERINSEN, K. et al. Normalized muscle strength, aerobic capacity, and walking performance in chronic stroke: a population-based study on the potential for endurance and resistance training. Archives Pshysical Medical Rehabilitation, v.92, n.10, p.1663-8, 2011.

SHARP, S.A.; BROUWER, B.J. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v.78, p.1231-36, 1997.

SHAPIRO, D.C.; SCHMIDT, R.A. The schema theory: recent evidence and developmental implications. In: KELSO, J. A. S.; CLARK, J. E. (Ed.). The development of movement control and co-ordination. Chichester: John Wiley & Sons, p. 113-150, 1982.

SCHMIDT, R.A.; LEE, T.D. Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis. 4ed, Champaign: Human Kinetics, 2005.

SCHWEIGHOFER, N. et al. Mechanisms of the contextual interference effect in individuals poststroke. Journal of Neurophysiology, v.106, p.2632-41, 2011.

SHAMS, L.; SEITZ, A.R. Benefits of multisensory learning. Trends in cognitive Sciences, v.12, p.411-6, 2008.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. Controle Motor: Teoria e Aplicações Práticas. Barueri: Manole, 2010.

SNAPHAAN, L.; de LEEUW, F.E. Poststroke memory function in nondemented patients: a systematic review on frequency and neuroimaging correlates. Stroke, v.38, n.1, p.198-203, 2007.

SPINAZZOLA, L.; CUBELLI, R.; SALA, S.D. Impairments of trunk movements following left or right hemisphere lesions: dissociation between apraxic errors and postural instability. Brain, v.126, p.2656-66, 2003.

SUCHAN, J.; RORDEN, C.; KARNATH, H.O. Neglect severity after left and right brain damage. Neuropsychologia, v.50, n.6, p.1136-41, 2012.

SULLIVAN, J.E.; HEDMAN, L.D. Sensory dysfunction following stroke: incidence, significance, examination, and intervention. Topics in Stroke Rehabilitation, v.15, n.3, p.200-17, 2008.

SUMMERS, J. J. Motor programs. In: HOLDING, D. H. (Ed.). Human skills. 2ed. Chichester: Wiley, 1989.

SUMMERS, J. J. Has ecological psychology delivered what it promised? In: PIEK, J. J. (Ed.). Motor behavior and human skill: a multidisciplinary approach. Champaign, Illinois: Human Kinetics, p. 385- 402, 1998.

TANI, G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. Revista Paulista de Educação Física, São Paulo, supl. 3, p.55-61, 2000.

TAUB, E.; BERMAN, A.J. Avoidance conditioning in the absence of relevant proprioceptive and exteroceptive *feedback*. J Comp Physiol Psychol, v.56, p.1012-6, 1963.

TAUB, E.; BERMAN, A.J. Movement and learning in the absence of sensory *feedback*. In: Freedman S.J. eds. The neuropsychology of spatially oriented behavior. Homewood, IL: Dorsey Press, p.173-92, 1968.

THEIR P, KARNATH PO. Parietal lobe contribution to orientation in 3D space. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.

TING, L.H.; MCKAY, J.L. Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. Current Opinion in Neurobiology, v.17, p.622-628, 2007.

TORRIANI-PASIN, C. Aprendizagem de uma habilidade motora com demanda de planejamento em pacientes pós-Acidente Vascular Encefálico em função do lado da lesão. Tese de Doutorado. Escola de Educação Física e Esportes. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010.

TOMBAUGH, T.N.; MCINTYRE, N.J. The mini-mental state examination: a comprehensive review. JAGS, v. 40, p. 922-935, 1992.

TRUELSEN, T. et al. Trends in stroke and coronary heart disease in the WHO MONICA Project. Stroke, v.34, n.6, p.1346-52, 2003.

TULLER, B. TURVEY, M.T., FITCH, H.F. The Bernstein Perspective: II. The Concept of Muscle Linkage or Coordinative Structure. In: KELSO, J.A.S. (ed). Human Motor Behavior: An Introduction. p.253-270, 1982.

TURVEY, M.T., FITCH, H.F., TULLER, B. The Bernstein Perspective: 1. The Problems of Degrees of Freedom and Context-Conditioned Variability. In: KELSO, J.A.S. (ed). Human Motor Behavior: An Introduction. p.239-252, 1982.

USTINOVA, K.I. et al. Impairment of Learning the Voluntary Control of Posture in Patients with Cortical Lesions of Different Locations: the Cortical Mechanisms of Pose Regulation. Neuroscience and Behavioral Physiology, v.31, n. 3, 2001.

VELAY, J.L.; BENOIT-DUBROCARD, S. Hemispheric asymmetry and interhemispheric transfer in reaching programming. Neuropsychologia, Oxford, v. 37, n. 8, p. 895-903, 1999.

VIDONI, E.D.; BOYD, L.A. Preserved motor learning after stroke is related to the degree of proprioceptive deficit. Behavioral and Brain Functions, v.5, n.36, 2009.

VOOS, C.M.; PIEMONTE, M.E.P.; VALLE, L.E.R. Assimetrias funcionais em pacientes com hemiparesia: Uma revisão de literatura. Revista Fisioterapia e Pesquisa, v. 14, p. 107-18, 2007.

WAGNER, J.M. et al. Relationships between Sensorimotor Impairments and Reaching Deficits in Acute Hemiparesis. Neurorehabilitation and Neural Repair, v.20, n.3, 2006

WARLOW, C. et al. Stroke: Practical Management. Oxford: Blackwell Publishing, 3 ed, 2008.

WILSON BA, COCKBURN J, HALLIGAN PW. Behavioural Inattention Test. Titchfield, Hants, England: Thames Valley Test Company Ltd; 1987

WINSTEIN, C.J.; MERIANS, A.S.; SULLIVAN, K.J. Motor learning after unilateral brain damage. Neuropsychologia, v.37, p.975-87,1999.

WISSEL, J.; MANACK, A.; BRAININ, M. Toward an epidemiology of poststroke spasticity. Neurology,v.80, sup.13, 2013.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait Posture.v.16, p.1-14, 2002.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. Stroke, Cerebrovascular accident. Disponível em: http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/ Acesso em: 9 Jul. 2013.

ZOROWITZ, R.D.; GILLARD, P.J.; BRAININ, M. Poststroke spasticity : Sequelae and burden on stroke survivors and caregivers. Neurology, v.80, sup.45, 2013.

WULF, G; SHEA, C, H. Principles derived from the study of simple skills do not generalize skill learning. Psychonomic Bulletin & Review, 9: 185-211, 2002.

Apêndice A – Parecer do comitê de ética

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP									
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA									
Título da Pesquisa: Aprendizagem de uma Tarefa de Controle Postural de Indivíduos Hemiparéticos: Efeitos do Lado da Lesão									
Pesquisador: Camila Tortani-Pasin									
Área Temática:									
Versão: 2									
CAAE: 16752114.4.0000.5391									
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO									
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio									
DADOS DO PARECER									
Número do Parecer: 624.520									
Data da Relatoria: 24/04/2014									
Apresentação do Projeto: Trata-se de uma pesquisa com 20 indivíduos pós-AVC, divididos em Grupo Lesão a Direita (GLD) e Grupo com Lesão a Esquerda (GLE). E um grupo de controle com 20 indivíduos saudáveis. Para verificar a aprendizagem, será utilizado o video-game Nintendo Wii provido do sistema balance board, constituído de um sensor de movimentos, que permite a representação do deslocamento do tronco do jogador no ambiente virtual, a fim de que algum avatar correspondente ao indivíduo em ambiente virtual desloque-se e atinja o objetivo da tarefa.									
Objetivo da Pesquisa: O objetivo do estudo é investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em indivíduos pós-Acidente Vascular Cerebral(AVC) em função do lado da lesão.									
Avaliação dos Riscos e Benefícios: Conquanto não haja benefícios, os riscos são mínimos.									
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Pesquisa exequível e de acordo com as normas éticas.									
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Redigido de modo adequado, com linguagem para leigos, informa o participante sobre os procedimentos que serão adotados.									
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 85</td> <td style="width: 50%;">CEP: 06.757-060</td> </tr> <tr> <td>Bairro:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td>Município:</td> </tr> <tr> <td>Telefone: (11)3091-3097</td> <td>Fax: (11)3012-4141 E-mail: cep50@usp.br</td> </tr> </table>		Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 85	CEP: 06.757-060	Bairro:		UF: SP	Município:	Telefone: (11)3091-3097	Fax: (11)3012-4141 E-mail: cep50@usp.br
Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 85	CEP: 06.757-060								
Bairro:									
UF: SP	Município:								
Telefone: (11)3091-3097	Fax: (11)3012-4141 E-mail: cep50@usp.br								

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Continuação do Parecer: 024.520

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto atende às exigências e pode ser aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer aprovado na reunião ordinária do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo realizada em 24/04/2014.

24 de Abril de 2014

Assinador por:

Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kias
(Coordenador)

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro:

CEP: 05.757-080

UF: SP

Município:

Telefone: (11)3091-3097

Fax: (11)3012-4141

E-mail: cep39@usp.br

Apêndice B – Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**1. DADOS DO INDIVÍDUO**

Nome
completo _____

exo

 Masculino

Feminino

RG _____

Data de nascimento de _____

Endereço
completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome
completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor,
curador, etc.) _____

exo

 Masculino

Feminino

RG _____

Data de nascimento de _____

Endereço
completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Aprendizagem Motora de uma Tarefa de Controle Postural em Indivíduos Hemiparéticos: Efeitos do Lado da Lesão.

2. Pesquisador Responsável

Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

3. Cargo/Função

Professora Doutora

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☐ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR
(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

2 anos

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Este é um estudo que pretende entender como acontece a forma de aprendizado de atividades de equilíbrio em pessoas que sofreram Derrame, verificando se o local cerebral onde ocorreu o derrame pode prejudicar ou facilitar o equilíbrio dessas pessoas.

Após um Derrame a pessoa apresenta uma série de sequelas que são relacionadas ao local que foi lesado. Por isso, é importante entender como o lugar onde ocorreu o derrame pode interferir no desempenho e na aprendizagem de movimentos de equilíbrio nessas pessoas.

Nesse estudo o equilíbrio está sendo estudado porque ele está relacionado com o risco de quedas nas pessoas com Derrame. Por isso, é importante avaliar quais são as condições de prática de atividades que melhoram o equilíbrio das pessoas que tiveram derrame.

Por fim, os resultados de nossa pesquisa poderão favorecer a forma como se faz a reabilitação física de pessoas com derrame.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Para participar deste estudo você deverá comparecer no local em que faz sua reabilitação (clínica/ centro de reabilitação) nos dias agendados pelo pesquisador.

Você participará de sessões de prática em um jogo de vídeo-game. Para isto, você deverá se posicionar em cima de uma plataforma (25 centímetros de comprimento, 49 centímetros de largura, e 5 centímetros de altura) que analisa seus movimentos e transfere para a tela do jogo. É importante saber que esta plataforma é estável e firme e não gera desequilíbrio, sendo algo que tem segurança já comprovada em outros estudos para ser usado em pessoas com Derrame. Para aumentar ainda mais a sua segurança, ao longo da prática, você vai utilizar uma cinta de segurança de três pontas (utilizada em rapel) que estará presa à cintura do pesquisador que estiver te acompanhando.

Basicamente, você vai praticar o jogo de vídeo-game durante 4 (quatro) dias seguidos, e após uma semana você vai participar de mais 1 (um) dia de prática. Cada dia de prática terá duração de aproximadamente 40 minutos, e você terá o direito de descansar quantas vezes forem necessárias.

3. Desconfortos e riscos esperados;

Esta pesquisa apresenta riscos mínimos durante sua realização. Por ser uma tarefa de equilíbrio, você pode se desequilibrar o que poderia resultar em queda. Para evitar isto, todo o procedimento experimental será supervisionado pelo pesquisador, que estará sempre posicionado próximo a você e usará os devidos equipamentos para assegurar-lhe sua segurança.

4. Benefícios que poderão ser obtidos;

Não haverá benefícios específicos para sua pessoa.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos neste estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. O(A) senhor(a) terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;

2. O(A) senhor(a) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

3. A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o(a) senhor(a) não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima.; e

4. Se houver qualquer eventual dano à saúde decorrente desta pesquisa, o(a) senhor(a) será encaminhado para atendimento no Hospital Universitário ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, ambos da Universidade de São Paulo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esportes da universidade de São Paulo, coordenado pela Profª. Drª. Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone 11- 3091.3097 ou e-mail: cep39@usp.br

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o estudo, assim como tirar dúvidas, bastando contato por meio das informações descritas a baixo.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Professora Dra. Camila Torriani-Pasin / camipasin@usp.br

Tel.: (11) 3091-8786

Giordano Marcio Gatinho Bonuzzi / giordanomgb@gmail.com

Tel.: (19) 81762278

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Avenida Professor Mello Moraes, 65 – Cidade Universitária – São Paulo – CEP 05508-030

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

Apêndice C – Escala de prognóstico de Orpington

Escala de Prognóstico Orpington

A. Déficit motor em MS

DD, paciente flexão ombro 90° e é oferecida resistência.

0.05 - MRC grau 5 (força normal)

0.45 - MRC grau 4 (diminuição força)

0.85 - MRC grau 3 (movimento contra gravidade)

1.25 - MRC grau 1-2 (movimento com gravidade eliminada)

1.65 - MRC grau 0 (sem movimento)

B. Propriocepção (olhos fechados)

Sentido de localização polegar afetado:

0.05 - Acurado

0.45 - Levemente dificultado

0.85 - Encontra a posição do polegar pelo braço

1.25 - Incapaz de determinar posição polegar

C. Equilíbrio

0.05 - Anda 10 metros sem auxílio

0.45 - Mantém-se na posição sentada (sem suporte por 1 min)

0.85 - Mantém-se na posição sentada

1.25 - Não se mantém sentado

D. Cognição

Teste Mental de Hodkinson: Marque 1 ponto para cada resposta correta.

1. Idade do paciente

2. Horário (aproximadamente 1 hora de acerto)

Eu vou te passar um endereço, por favor, lembre-se dele e eu vou lhe perguntar depois: Rua das Laranjeiras, 128

3. Nome da Instituição

4. Ano

5. Data do aniversário

6. Mês

7. Ano da segunda Guerra Mundial

8. Nome do Presidente

9. Conte de trás para frente (20-1)

10. Qual era o endereço que eu lhe pedi para decorar?

0.05 - Pontuação do teste mental - 10

0.45 - Pontuação do teste mental - 8-9

0.85 - Pontuação do teste mental - 5-7

1.25 - Pontuação do teste mental - 0-4

TOTAL SCORE: 1.6 + Motor + Propriocepção + Equilíbrio + Cognição

AVE leve: 1,6 até 3,1

AVE moderado: 3,2 até 5,2

AVE grave: ≥ a 5,3.

Apêndice D – Questionário de depressão de Beck

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Depois de ler cuidadosamente cada grupo, faça um círculo em torno do número (0, 1, 2 ou 3) próximo à afirmação, em cada grupo, que descreve **melhor** a maneira que você tem se sentido na **última semana, incluindo hoje**. Se várias afirmações num grupo parecerem se aplicar igualmente bem, faça um círculo em cada uma. **Tome cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer sua escolha.**

0 Não me sinto triste

1 Eu me sinto triste

2 Estou sempre triste e não consigo sair disto

3 Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar

0 Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro

1 Eu me sinto desanimado quanto ao futuro

2 Acho que nada tenho a esperar

3 Acho o futuro sem esperanças e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar

0 Não me sinto um fracasso

1 Acho que fracassei mais do que uma pessoa comum

2 Quando olho pra trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos

3 Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso

0 Tenho tanto prazer em tudo como antes

1 Não sinto mais prazer nas coisas como antes

2 Não encontro um prazer real em mais nada

3 Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo

0 Não me sinto especialmente culpado

1 Eu me sinto culpado grande parte do tempo

2 Eu me sinto culpado na maior parte do tempo

3 Eu me sinto sempre culpado

0 Não acho que esteja sendo punido

1 Acho que posso ser punido

2 Creio que vou ser punido

3 Acho que estou sendo punido

0 Não me sinto decepcionado comigo mesmo

1 Estou decepcionado comigo mesmo

2 Estou enojado de mim

3 Eu me odeio

0 Não me sinto de qualquer modo pior que os outros

1 Sou crítico em relação a mim por minhas fraquezas ou erros

2 Eu me culpo sempre por minhas falhas

3 Eu me culpo por tudo de mal que acontece

0 Não tenho quaisquer idéias de me matar

1 Tenho idéias de me matar, mas não as executaria

2 Gostaria de me matar

3 Eu me mataria se tivesse oportunidade

0 Não choro mais que o habitual

1 Choro mais agora do que costumava

2 Agora, choro o tempo todo

3 Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo, mesmo que o quera

0 Não sou mais irritado agora do que já fui

1 Fico aborrecido ou irritado mais facilmente do que costumava

2 Agora, eu me sinto irritado o tempo todo

3 Não me irrito mais com coisas que costumavam me irritar

0 Não perdi o interesse pelas outras pessoas

1 Estou menos interessado pelas outras pessoas do que costumava estar

2 Perdi a maior parte do meu interesse pelas outras pessoas

3 Perdi todo o interesse pelas outras pessoas

0 Tomo decisões tão bem quanto antes

1 Adio as tomadas de decisões mais do que costumava

2 Tenho mais dificuldades de tomar decisões do que antes

3 Absolutamente não consigo mais tomar decisões

- 0 Não acho que de qualquer modo pareço pior do que antes
 - 1 Estou preocupado em estar parecendo velho ou sem atrativo
 - 2 Acho que há mudanças permanentes na minha aparência, que me fazem parecer sem atrativo
 - 3 Acredito que pareço feio
-

- 0 Posso trabalhar tão bem quanto antes
 - 1 É preciso algum esforço extra para fazer alguma coisa
 - 2 Tenho que me esforçar muito para fazer alguma coisa
 - 3 Não consigo mais fazer qualquer trabalho
-

- 0 Consigo dormir tão bem como o habitual
 - 1 Não durmo tão bem como costumava
 - 2 Acordo 1 a 2 horas mais cedo do que habitualmente e acho difícil voltar a dormir
 - 3 Acordo várias horas mais cedo do que costumava e não consigo voltar a dormir
-

- 0 Não fico mais cansado do que o habitual
 - 1 Fico cansado mais facilmente do que costumava
 - 2 Fico cansado em fazer qualquer coisa
 - 3 Estou cansado demais para fazer qualquer coisa
-

- 0 O meu apetite não está pior do que o habitual
 - 1 Meu apetite não é tão bom como costumava ser
 - 2 Meu apetite é muito pior agora
 - 3 Absolutamente não tenho mais apetite
-

- 0 Não tenho perdido muito peso se é que perdi algum recentemente
- 1 Perdi mais do que 2 quilos e meio
- 2 Perdi mais do que 5 quilos
- 3 Perdi mais do que 7 quilos

Estou tentando perder peso de propósito, comendo menos: Sim _____ Não _____

- 0 Não estou mais preocupado com a minha saúde do que o habitual
 - 1 Estou preocupado com problemas físicos, tais como dores, indisposição do estômago ou constipação
 - 2 Estou muito preocupado com problemas físicos e é difícil pensar em outra coisa
 - 3 Estou tão preocupado com meus problemas físicos que não consigo pensar em qualquer outra coisa
-

- 0 Não notei qualquer mudança recente no meu interesse por sexo

- 1 Estou menos interessado por sexo do que costumava
 - 2 Estou muito menos interessado por sexo agora
 - 3 Perdi completamente o interesse por sexo
-

Apêndice E – Mini Exame do estado mental

1. Orientação temporal (1 ponto por cada resposta correta)

Que dia é hoje? _____
 Em que mês estamos? _____
 Em que ano estamos? _____
 Em que dia da semana estamos? _____
 Qual a hora aproximada? _____

(considere a variação de mais ou menos uma hora)

Nota: _____

Orientação espacial (1 ponto por cada resposta correta)

Em que local nós estamos? (apontando para o chão) _____
 Que local é este aqui? (apontando ao redor, em sentido mais amplo) _____
 Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima? _____
 Em que cidade nós estamos? _____
 Em que Estado nós estamos? _____

Nota: _____

2. Memória imediata (contar 1 ponto por cada palavra corretamente repetida na 1ª vez)

"Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir:

Carro _____

Vaso _____

Tijolo _____

Nota: _____

3. Atenção e Cálculo (1 ponto por cada resposta correta. Se der uma resposta errada, mas depois continuar a subtrair bem e/ou auto-corrigir-se, consideram-se as respostas subsequentes como corretas. Parar ao fim de 5 respostas)

"Agora lhe peço que me diga quantos são 100-7; 93-7; 86-7; 79-7; 72-7; 65".

Nota: _____

4. Evocação (1 ponto por cada resposta correta)

"Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para decorar".

Carro _____

Vaso _____

Tijolo _____

Nota: _____

5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correta)

a. "Como se chama isto? Mostrar os objetos:

Relógio _____

Caneta _____

Nota: _____

b. "Preste atenção, vou lhe dizer uma frase e quero que você repita depois de mim: Nem aqui, nem ali, nem lá" (considere 1 ponto somente de a repetição for perfeita)

Nota: _____

c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, pegue nela com a mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão"; dar a folha segurando com as duas mãos. Se o sujeito pedir ajuda no meio da tarefa, não dê dicas.

Pega com a mão direita _____

Dobra ao meio _____

Coloca onde deve _____

Nota: _____

d. "Por favor, faça o que está escrito neste cartão". Mostrar um cartão com a frase bem legível, "FECHÉ OS OLHOS"; sendo analfabeto lê-se a frase.

Fechou os olhos _____

Nota: _____

e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido, com começo, meio e fim; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação. (1 ponto)

Frase: _____

Nota: _____

6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta)

Deve copiar um desenho. Dois pentágonos parcialmente sobrepostos; cada um deve ficar com 5 lados, dois dos quais intersectados. Não valorizar tremor ou rotação.

Cópia: _____

Nota: _____

TOTAL(Máximo 30 pontos): _____

Apêndice F – Escala de Fugl-Meyer

A - OMBRO/ COTOVELO/ ANTEBRAÇO

I - Atividade Reflexa

a) Biceps / flexor dedos () // (v)(h) / (v)(h)

b) Triceps () // (v)(h)

0 – nenhuma atividade reflexa presente

2 – atividade reflexa presente

Pontuação máxima: 4

II - a) Sinergia Flexora (6 movimentos)

Retração ()

Elevação ()

Abdução 90° ()

Rotação externa de ombro ()

Flexão de cotovelo ()

Supinação de antebraço ()

0 – atividade não pode ser realizada

1 – atividade pode ser realizada parcialmente

2 – atividade é realizada sem erro

b) Sinergia Extensora (4 movimentos)

Adução de ombro / Rotação Interna de ombro ()

Extensão de cotovelo ()

Pronação de antebraço ()

0 – atividade não pode ser realizada

1 – atividade pode ser realizada parcialmente

2 – atividade é realizada sem erro

Pontuação máxima: 18

III - a) Mão na lombar ()

0 – tarefa não pode ser realizada completamente

1 – tarefa pode ser realizada parcialmente

2 – tarefa é realizada completamente

b) Flexão de ombro 0-90° c/ o cotovelo em extensão completa e antebraço entre prono e supino ()

0 – no início do movimento, o braço abduz ou o cotovelo flexiona

1 – na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou flexiona o cotovelo

2 – a tarefa é realizada perfeitamente

b) Flexão de ombro 0-90° c/ o cotovelo em extensão completa e antebraço entre prono e supino ()

0 – no início do movimento, o braço abduz ou o cotovelo flexiona

1 – na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou flexiona o cotovelo

2 – a tarefa é realizada perfeitamente

c) Pronação - supinação do antebraço c/ o cotovelo à 90° e ombro à 0° ()

0 – não ocorre posicionamento correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não pode ser realizada completamente

1 – prono-supino pode ser realizada com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estão corretamente posicionados

2 – a tarefa é realizada completamente

Pontuação máxima: 6

IV - a) Abdução de ombro 0-90° c/ o cotovelo em extensão total e antebraço pronado ()

0 – ocorre flexão inicial do cotovelo e algum desvio do antebraço pronado

1 – durante o movimento, o cotovelo flexiona ou o antebraço não pode ser mantido na posição prono

2 – a tarefa pode ser realizada sem desvio

b) Flexão de ombro 90° - 180° ()

0 – no início do movimento, o braço abduz ou o cotovelo flexiona

1 – na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou flexiona o cotovelo

2 – a tarefa é realizada completamente

c) Pronação c/ cotovelo à 0° ()

0 – não ocorre posicionamento correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não pode ser realizada completamente

1 – prono-supino pode ser realizada com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estão corretamente posicionados

2 – a tarefa é realizada completamente

Pontuação máxima: 6

V - Atividade Reflexa Normal

Biceps / Flexor dedos / Triceps ()

0 – pelo menos 2 dos 3 reflexos estão marcadamente hiperativos

1 – 1 reflexo hiperativo ou pelo menos 2 reflexos vivos

2 – não mais do que 1 reflexo vivo e nenhum reflexo hiperativo

Somente se o indivíduo tem uma pontuação de 6 pts no estágio IV

Pontuação máxima: 2

Pontuação máxima para a parte superior do braço: 36

B - PUNHO

a) Ombro à 0°, cotovelo à 90°, antebraço em prono, punho em extensão de 15° (aplicar resistência) ()

- 0 – o pte não pode estender o punho para a posição desejada
- 1 – a extensão pode ser realizada, mas sem resistência alguma
- 2 – a posição pode ser mantida contra alguma resistência

b) Flexão/Ext. de punho c/ombro à 0° e cotovelo à 90° ()

- 0 – não ocorre movimento voluntário
- 1 – o pte não move ativamente o punho em toda ADM
- 2 – a tarefa pode ser realizada

c) Ombro flexido e/ou abduzido, cotovelo à 0° e antebraço pronado (aplicar resistência) ()

- 0 – não ocorre movimento voluntário
- 1 – o pte não move ativamente o punho em toda ADM
- 2 – a tarefa pode ser realizada

d) Flexão/Extensão de punho c/ombro flex e/ou abd e cotovelo à 0° ()

- 0 – não ocorre movimento voluntário
- 1 – o pte não move ativamente o punho em toda ADM
- 2 – a tarefa pode ser realizada

e) Circundução ()

- 0 – não ocorre movimento voluntário
- 1 – o pte não move ativamente o punho em toda ADM
- 2 – a tarefa pode ser realizada

Pontuação máxima: 10

C - MÃO

a) Flexão em massa dos dedos ()

- 0 – nenhuma flexão ocorre
- 1 – alguma, mas sem flexão total dos dedos
- 2 – flexão ativa total (comparado c/o membro não afetado)

b) Extensão em massa dos dedos ()

- 0 – nenhuma atividade ocorre
- 1 – ocorre relaxamento (liberação) da flexão em massa
- 2 – extensão completa (comparado c/o membro não afetado)

c) Preensão 1 - Extensão das art. MTF dos dígitos II-V e flexão das art. IFP e IFD contra resistência ()

- 0 – posição requerida não pode ser realizada
- 1 – a preensão é fraca
- 2 – a preensão pode ser mantida contra uma resistência relativamente grande

d) Preensão 2 - Papel Interposto entre o polegar e o dedo Indicador ()

- 0 – a função não pode ser realizada
- 1 – o papel pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
- 2 – um pedaço de papel é segurado firmemente contra uma puxada

e) Preensão 3 - Opor a polpa digital do polegar contra a do dedo Indicador com um lápis Interposto ()

- 0 – a função não pode ser realizada
- 1 – o lápis pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
- 2 – o lápis é segurado firmemente contra uma puxada

f) Preensão 4 - Segurar com firmeza um objeto cilíndrico com a superfície volar do primeiro e segundo dedos contra os demais ()

- 0 – a função não pode ser realizada
- 1 – o objeto interposto pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
- 2 – o objeto é segurado firmemente contra uma puxada

g) Preensão 5 - Segurar com firmeza uma bola de tênis ()

- 0 – a função não pode ser realizada
- 1 – o objeto pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
- 2 – o objeto é segurado firmemente contra uma puxada

Pontuação máxima: 14

Pontuação total de ombro/cotovelo/antebraço, mão e punho: 60

D – COORDENAÇÃO/VELOCIDADE

Index-nariz 5 vezes o mais rápido que conseguir

a) Tremor ()

- 0 – tremor marcante
- 1 – tremor leve
- 2 – sem tremor

b) Dismetria ()

- 0 – dismetria pronunciada
- 1 – dismetria leve
- 2 – sem dismetria

c) Tempo ()

0 – pelo menos < 6 seg. mais devagar no lado afetado do que no lado não afetado

1 – 2 a 5 seg. mais devagar no lado afetado

2 – menos do que 2 seg. de diferença

Pontuação máxima: 6

Pontuação total de extremidade superior: 66

E – QUADRIL/JOELHO/TORNOZELO

I – Atividade Reflexa

a) Adutor/Aquiles () // (v)(h) / (v)(h)

b) Patelar () // (v)(h)

0 – nenhuma atividade reflexa

2 – atividade reflexa pode ser observada em flexores e/ou extensores

Pontuação máxima: 4

II – a) Sinergia Flexora

Em decúbito dorsal, flexionar:

Quadril () Joelho () Tornozelo ()

0 – atividade não pode ser realizada

1 – atividade pode ser realizada parcialmente

2 – atividade é realizada no decorrer das ADM de cada uma das 3 articulações

b) Sinergia Extensora

Em decúbito dorsal, a partir da sinergia flexora e aplicando uma resistência, pedir a:

Adução do Quadril ()

Extensão do Quadril ()

Extensão do Joelho ()

Flexão Plantar ()

0 – atividade não pode ser realizada

1 – pouca força

2 – força normal ou perto do normal (comparado ao membro não afetado)

Pontuação máxima: 14

III – a) Com o indivíduo sentado e a fossa poplíteia livre, pedir a flexão do joelho além de 90° ()

0 – sem movimento ativo

1 – partindo da extensão, o joelho pode ser flexionado ativamente não mais do que 90°

2 – joelho pode ser flexionado além de 90°

b) Com o indivíduo sentado, pedir a dorsiflexão do tornozelo ()

0 – não pode

1 – flexão ativa incompleta

2 – dorsiflexão normal (comparado com o membro não afetado)

Pontuação máxima: 4

IV – a) Com o indivíduo em pé, pedir a flexão do joelho além de 90° ()

0 – joelho não pode ser fletido sem que quadril seja fletido simultaneamente

1 – joelho não pode ser fletido totalmente a 90° e/ou quadril é fletido durante a realização do movimento

2 – joelho pode ser fletido além de 90°

b) Com o indivíduo em pé, pedir a dorsiflexão do tornozelo ()

Para conseguir 1 ou 2 pts, o movimento ativo da articulação é comparado com o lado não afetado

Pontuação máxima: 4

V – Atividade reflexa Normal

Adutor/Aquiles / Patelar ()

0 – pelo menos 2 dos 3 reflexos estão marcadamente hiperativos

1 – 1 reflexo hiperativo ou pelo menos 2 reflexos vivos

2 – não mais do que 1 reflexo vivo e nenhum reflexo hiperativo

Somente se o indivíduo tem uma pontuação de 4 pts no estágio IV

Pontuação máxima: 2

F – COORDENAÇÃO / VELOCIDADE

Indivíduo em decúbito dorsal, realizar deslizamento do calcanhar no joelho-tíbia 5 vezes em uma sucessão rápida

a) Tremor ()

0 – tremor

1 – tremor leve

2 – sem tremor

b) Dismetria ()

0 – dismetria pronunciada

1 – dismetria leve

2 – sem dismetria

c) Tempo ()

0 – pelo menos < 6 seg. mais devagar no lado no lado afetado do que no lado não afetado

1 – 2 a 5 seg. mais devagar no lado afetado

2 – menos do que 2 seg. de diferença

Pontuação máxima: 6

Pontuação total de extremidade inferior: 34

De A até F: 100

G – EQUILÍBRIO

a) Sentado sem apoio ()

0 – pode não consegue manter a posição sem suporte

1 – senta somente por um curto período

2 – senta por pelo menos 5 min. Sem nenhum suporte, regulando a postura do corpo em relação à gravidade

b) Reação de proteção no lado não afetado ()

Indivíduo sentado e vendado é empurrado contra o lado não afetado

0 – não realiza abdução do ombro, a extensão do cotovelo para prevenir a queda

1 – reação de proteção incompleta

2 – reação de proteção normal

c) Reação de proteção no lado afetado ()

Mesmo ato realizado porém, contra o lado afetado

0 – não realiza abdução do ombro, a extensão do cotovelo para prevenir a queda

1 – reação de proteção incompleta

2 – reação de proteção normal

d) Ficar de pé com apoio ()

0 – não consegue ficar de pé

1 – ficar de pé demanda grande ajuda de outras pessoas

2 – pode ficar de pé ereto por pelo menos 1 min. Com leve ajuda (ou simbólica) de outra pessoa

e) Ficar de pé sem apoio ()

0 – não pode ficar de pé sem ajuda

1 – pode ficar de pé por pelo menos 1 min. Ou fica de pé por mais tempo, mas movendo-se de um lado pro outro

2 – bom equilíbrio em pé, pode manter o equilíbrio por mais de 1 min. sem insegurança

f) Ficar de pé sobre o lado não afetado ()

0 – a posição não pode ser mantida por mais do que alguns segundos

1 – pode ficar de pé em uma posição equilibrada entre 4-9 seg

2 – pode manter a posição equilibrada por mais de 10 seg.

g) Ficar de pé sobre o lado afetado ()

0 – a posição não pode ser mantida por mais do que alguns segundos

1 – pode ficar de pé em uma posição equilibrada entre 4-9 seg

2 – pode manter a posição equilibrada por mais de 10 seg.

Pontuação máxima: 14**H – SENSIBILIDADE****a) Exteroceptiva (Indivíduo em decúbito dorsal vendado)**

Braço ()

Superfície palmar ()

Coxa ()

Superfície plantar ()

0 – anestesia

1 – hipostesia/dissestesia

2 – normoestesia

Pontuação máxima: 8**b) Propriocepção (Indivíduo em decúbito dorsal vendado)**

Ombro () Cotovelo () Punho () Polegar () Quadril () Joelho () Tornozelo () Hálux ()

0 – falta da sensação (nenhuma resposta correta)

1 – diferença considerável na sensação comparado com a art. Do lado não afetado, mas pelo menos ¼ das respostas corretas

2 – todas as respostas corretas, pequena ou nenhuma diferença comparando o membro não afetado c/o afetado

Pontuação máxima: 16**De G até H: 38****J – ADM / DOR**

Movimentação passiva da art. comparada com a extremidade não afetada

Ombro

Flexão () / ()

Abdução 90° () / ()

Rotação Externa () / ()

Rotação Interna () / ()

Cotovelo

Flexão () / ()

Extensão () / ()

Antebraço

Pronação () / ()

Supinação () / ()

Punho

Flexão () / ()

Extensão () / ()

Dedos

Flexão () / ()

Extensão () / ()

Quadril

Flexão () / ()

Abdução () / ()

Rotação lateral () / ()

Rotação Medial () / ()

Joelho

Flexão () / ()

Extensão () / ()

Tornozelo

Dorsiflexão () / ()

Flexão plantar () / ()

Pé

Eversão () / ()

Inversão () / ()

0 – alguns graus de ADM

1 – ADM passiva diminuída

2 – ADM passiva normal

Pontuação máxima para ADM: 44

0 – alguma dor

2 – nenhuma dor

Pontuação máxima para dor: 44**Total Final: 228 pontos**

96 – 99 pontos = comprometimento motor leve

85 – 95 pontos = comprometimento motor moderado

50 – 84 pontos = comprometimento motor marcante

< 50 pontos = comprometimento motor severo

Apêndice G – Escala de Equilíbrio de Berg

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar as suas mãos como suporte

- (4) capaz de se levantar sem utilizar as mãos e estabilizar-se de forma independente
- (3) capaz de se levantar de forma independente utilizando as mãos
- (2) capaz de se levantar utilizando as mãos após diversas tentativas
- (1) necessita de ajuda mínima para se levantar ou estabilizar
- (0) necessita de ajuda moderada ou máxima para se levantar

2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé, durante 2 minutos sem se apoiar.

- (4) capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- (3) capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- (2) capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (1) necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (0) incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, registre o número total de pontos no

item número 3 e continue com o item número 4.

3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- (4) capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
- (3) capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- (2) capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- (1) capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- (0) incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

4. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

- (4) senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) controla a descida utilizando as mãos
- (2) utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- (1) senta-se de forma independente, mas tem descida sem controle
- (0) necessita de ajuda para sentar-se

5. Transferências

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô.

Por favor, transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa

- (4) capaz de se transferir com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) capaz de se transferir com segurança com o uso das mãos
- (2) capaz de se transferir seguindo orientações verbais com/ou supervisão
- (1) necessita de uma pessoa para ajudar
- (0) necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados

Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- (4) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- (3) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- (2) capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- (1) incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- (0) necessita de ajuda para não cair

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Por favor, junte os seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- (4) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 1 minuto com segurança
- (3) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- (2) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 30 segundos
- (1) necessita de ajuda para se posicionar, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- (0) necessita de ajuda para se posicionar e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

8. Alcançar à frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instruções: Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível.

(O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos. A medida registrada é a

distância que os dedos conseguem alcançar na inclinação).

Por Favor, se possível, use ambos os braços de forma a evitar rotação do tronco.

- (4) pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- (3) pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- (2) pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- (1) pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- (0) perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Por favor, pegue o objeto que está na frente dos seus pés.

(4) capaz de pegar o sapato/chinelo com facilidade e segurança

(3) capaz de pegar o sapato/chinelo, mas necessita de supervisão

(2) incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio de

forma independente

(1) incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando

(0) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece

em pé

Instruções: Por favor, vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima, do seu ombro

esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.

(4) olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso

(3) olha para trás somente de um lado; o lado contrário demonstra menor distribuição do peso

(2) vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio

(1) necessita de supervisão para virar

(0) necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

11. Girar 360 graus

Instruções: Por favor, gire sobre si mesmo.

Faça uma pausa. Gire em sentido contrário.

(4) capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos

(3) capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos

(2) capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente

(1) necessita de supervisão próxima ou orientações verbais

(0) necessita de ajuda enquanto gira

12. Posicionar os pés alternadamente no degrau/banquinho enquanto permanece em pé

sem apoio

Instruções: Por favor, toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho.

Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes..

(4) capaz de permanecer em pé de forma independente e com segurança, completando 8

movimentos em 20 segundos

(3) capaz de permanecer em pé de forma independente e completar 8 movimentos em mais que

20 segundos

(2) capaz de completar 4 movimentos sem ajuda

(1) capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda

(0) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não cair

13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente

Instruções: Coloque um pé directamente à frente do outro na mesma linha. Se achar, que

não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado.

(4) capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro de forma independente, e

permanecer por 30 segundos

(3) capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado de forma

independente, e permanecer por 30 segundos

(2) capaz de dar um pequeno passo de forma independente e permanecer por 30 segundos

(1) necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos

(0) perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

14. Permanecer em pé sobre uma perna

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que puder sem se segurar.

(4) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por mais que 10

segundos

(3) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por 5-10 segundos

(2) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por 3-4 segundos

(1) tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça

em pé de forma independente

(0) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não cair

Entre 41 e 56 pontos – baixo risco de queda

Entre 21 e 40 pontos – médio risco de queda

Entre 0 e 20 pontos – elevado risco de queda