

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
MESTRADO EM NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO

DANIELLE BORREGO PEREZ

SÃO PAULO
2016

DANIELLE BORREGO PEREZ

**TREINAMENTO VIRTUAL: É POSSÍVEL APRENDER POR MEIO DE
JOGOS?
APRENDIZADO E RETENÇÃO EM INDIVÍDUOS COM SEQUELAS
CRÔNICAS DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento.

Área de concentração: Neurociências e Comportamento

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte

SÃO PAULO
2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Biblioteca Dante Moreira Leite

Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Perez, Danielle Borrego.

Treinamento virtual: é possível aprender por meio de jogos? Aprendizado e retenção em indivíduos com sequelas crônicas de acidente vascular encefálico / Danielle Borrego Perez; orientadora Maria Elisa Pimentel Piemonte. -- São Paulo, 2016.

80 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Aprendizagem motora 2. Retenção 3. Acidente vascular encefálico 4. Treinamento virtual I. Título.

BF295

Nome: Perez, Danielle Borrego

Título: Treinamento Virtual: É possível aprender por meio de jogos?

Aprendizado e retenção em indivíduos com sequelas crônicas de acidente vascular encefálico.

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento

Aprovado em: _____

Banca examinadora

Prof Dr: _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof Dr: _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof Dr: _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof Dr: _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof Dr: _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, ao mestre amado Jesus e a Mãe Maria, mais esta etapa alcançada na minha vida.

Aos anjos do Senhor que me acompanharam, protegeram e me deram força para superar as dificuldades e não desistir perante elas.

Dedico ao meu pai que me deu todo suporte e sustentação perante minhas escolhas, e nos momentos difíceis permaneceu ao meu lado. A minha mãe e eterna amiga que chorou quando eu chorei e sorriu quando eu sorri, torcendo insistentemente para que conseguisse o desejado.

As minhas irmãs meus alicerces mais fortes, que me ampararam de diferentes maneiras e lutaram do meu lado. Que ouviram meus desabafos e me fortaleceram quando tive medo e insegurança.

Ao meu namorado que me acalmou e incentivou, me fazendo acreditar que era possível e que eu podia.

Ao meu tio Antônio, amigo, companheiro, parceiro eterno.

AGRADECIMENTO

Agradeço a minha orientadora Maria Elisa, profissional ilustre a quem admiro profundamente, que me deu oportunidades e acreditou em mim, ampliando meus conhecimentos e difundindo meus potenciais.

Meu eterno agradecimento ao meu pai e a minha mãe.

Agradeço aos meus amores eternos; minhas irmãs.

Ao meu tio Benedito que muito me amou e que hoje está no mundo espiritual me assistindo.

Agradeço a minha amiga Francine por toda ajuda, assistência, amizade e orientações.

Ao meu amigo e cunhado Thiago que torceu por mim e participou de algumas vitórias na minha trajetória.

Ao meu anjo Lili..

RESUMO

O processo de aprendizagem motora (AM) envolve a reorganização de redes neurais mediadas pelo treino a qual permite um aprimoramento do desempenho na tarefa treinada. O sucesso da reabilitação de pacientes com lesões nervosas é intimamente dependente do potencial do treinamento aplicado de ativar e potencializar o processo de AM. A sequela motora mais limitante e refratária a reabilitação em pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE), é a paresia do membro superior contralateral ao hemisfério lesado. Diante disso, a busca por novas estratégias de treino que potencializem o processo de AM têm sido uma constante na área. O treinamento em realidade virtual (RV) é uma nova promessa nesse sentido, pois poderia oferecer condições favoráveis para AM. Apesar do crescimento do uso desse tipo de ferramenta para reabilitação do membro superior parético (MSP) em pacientes com AVE, ainda não há evidências consistentes sobre seu potencial para promover AM.

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a melhora do desempenho de curta e longa duração após um treinamento para membros superiores (MS) em RV, baseado em jogos do Nintendo Wii® (NW), em indivíduos portadores de sequelas crônicas de AVE. Para alcançar esse objetivo, o desempenho de 22 indivíduos com sequelas crônicas de AVE em MS, 17 homens e 5 mulheres com média de idade 52.7 ± 10.29 e média de 5.68 ± 5.31 anos pós AVE foi registrado em quatro jogos do NW que demandam movimentos de MS com amplitude e velocidade variáveis e foram comparados antes e depois do treino. A aquisição intrasessão foi obtida por meio da comparação da pontuação nos jogos antes do treinamento (AT) e imediatamente após o treino (IDT), enquanto a retenção de curta duração foi obtida pela comparação entre a avaliação IDT e 48 horas após o treino (48hDT), e a de longa duração entre a avaliação IDT e 7 dias após o treino (7dDT). O treinamento foi realizado em sessão única, com 5 repetições de cada um dos quatro jogos, sendo que a 2ª, 3ª e 4ª o fisioterapeuta responsável interferiu por meio de pistas explícitas e implícitas, a fim de favorecer as respostas motoras dos pacientes.

A pontuação nos jogos, tomadas como desfecho primário, serão analisadas por meio de ANOVA para medidas repetidas, considerando-se como fator as avaliações (AT, IDT, 48hDT e 7dDT), uma para cada um dos jogos.

Acreditamos que os resultados deste estudo poderão contribuir com evidências, fundamentando o uso terapêutico do treino em RV para pacientes com AVE, com base no seu potencial de promover melhora do desempenho motor do MSP e a retenção desta melhora.

Palavras chaves: Aprendizagem motora; Retenção; Acidente vascular encefálico; Treinamento virtual.

ABSTRACT

The process of motor learning (ML) involves the reorganization of neural networks mediated by training, which enables an improvement in the performance of the trained task. The success of rehabilitation of patients with nerve damage is closely dependent on the potential of the applied training to activate and increase the ML process. The most limiting and refractory motor sequel of rehabilitation in patients victims of Cerebral Vascular Accident (CVA) is the paresis of the upper limb contralateral to the injured hemisphere. Therefore, the search for new training strategies that enhance the ML process has been a constant in the area. The virtual reality training (VR) is a new promise in this sense, because it could offer favorable conditions to ML. Despite the growing use of this type of tool for rehabilitation of the paretic upper limb (PUL) in patients with stroke, there is no consistent evidence about its potential to promote ML.

Thus, the objective of this study was to investigate the improvement of short and long term performances after training for upper limbs (UL) in VR, based on Nintendo Wii® games (NW), in individuals with chronic sequelae of stroke. To achieve this goal, the performance of 22 individuals with chronic sequelae of stroke in UL, 17 men and 5 women in an average age of 52.7 ± 10.29 and 5.68 ± 5.31 years post stroke, was recorded in four NW games that require movements of UL with variable amplitude and speed that were compared before and after training. The intrasession acquisition was obtained by comparing the scores of the games before training (BT) and immediately after training (IAT), while the short-term retention was obtained by comparing the evaluation IAT and 48 hours after training (48hAT), and the long-term between IAT evaluation and 7 days after training (7dAT). The training was conducted in a single session, with five repetitions of each of the four games, in which 2nd, 3rd and 4th, the responsible physiotherapist directed through explicit and implicit clues, in order to benefit the motor responses of patients.

The score in the games, taken as the primary endpoint, will be analyzed by ANOVA for repeated measures, considering as a factor assessments (BT, IAT, 48hAT and 7dAT), one for each of the games.

We believe that the results of this study can contribute with evidences, substantiating the therapeutic use in VR for stroke patients, based on their potential to promote PUL motor performance improvement and its retention.

Keywords: motor learning; Retention; Cerebral Vascular Accident; virtual training

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a - Wii remote®.....	29
Figura 1b Nunchuk®.....	29
Figura 1c Wii Fit Board®.....	29
Figura 2 – Fluxograma das fases do estudo.....	40
Figura 3 – Facilitação explícita e implícita oferecidas aos pacientes durante o treino.....	43
Figura 4 – Adaptações para o membro superior parético.....	44
Figura 5 – Plataforma Wii Balance Board® acoplada ao banco ajustável.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos que utilizaram o Nintendo Wii®.....	33
Tabela 2 – Descrição dos jogos selecionados.....	47
Tabela 3 – Características dos participantes antes do treinamento.....	50
Tabela 4 – Média das pontuações obtidas nos jogos.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva de aprendizagem no jogo Wakeboarding – desempenho dos participantes nas avaliações AT, IDT, 48hDT e 7dDT.....	51
Gráfico 2 – Curva de aprendizagem no jogo Canoeing – desempenho dos participantes nas avaliações AT, IDT, 48hDT e 7dDT.....	52
Gráfico 3 - Curva de aprendizagem no jogo Rhthym Parede – desempenho dos participantes nas avaliações AT, IDT, 48hDT e 7dDT.....	53
Gráfico 4 - Curva de aprendizagem no jogo Big Top Jugglin – desempenho dos participantes nas avaliações AT, IDT, 48hDT e 7dDT.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIVD.....	Atividades Instrumentais de Vida Diária
AM.....	Aprendizagem motora
AT.....	Antes do treinamento
AVD.....	Atividades de Vida Diária
AVE.....	Acidente Vascular Encefálico
DT.....	Depois do treinamento
FM.....	Escala de Fugl-Meyer
GC.....	Grupo Controle
GE.....	Grupo Experimental
MAL.....	Motor Activity Log
MAS.....	Motor Assessment Scale
MEEM.....	Mini Exame do Estado Mental
MIF.....	Escala de Independência Funcional
MoCA.....	Montreal Cognitive Assessment
MS.....	Membro Superior
MSP.....	Membro superior parético
NW.....	<i>Nintendo Wii®</i>
OMS.....	Organização Mundial da Saúde
RV.....	Realidade Virtual
WMFT.....	Teste de Função Motora de Wolf
7DT.....	sete dias depois do treinamento
48DT.....	48 horas depois do treinamento

SUMÁRIO

1. <u>INTRODUÇÃO</u>	17
1.1 Apresentação do estudo.....	17
1.2 Acidente Vascular Encefálico e Recuperação Motora.....	19
1.3 Aprendizagem Motora.....	24
1.4 Realidade Virtual, Aprendizagem e Reabilitação.....	28
2. <u>OBJETIVO</u>	35
2.1 Objetivos específicos.....	35
2.2 Hipótese.....	35
3. <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	36
3.1 Tipo de estudo.....	36
3.2 Casuística.....	36
3.3 Participantes.....	36
3.3.1 Triagem.....	36
3.3.2 Critérios de inclusão.....	37
3.3.3 Critérios de exclusão.....	38
3.4 Termo de consentimento.....	38
3.5 Local.....	39
3.6 Materiais.....	39
3.7 Procedimentos.....	40
3.7.1 Avaliações.....	41
3.7.2 Treinamento.....	41
3.7.3 Familiarização.....	42
3.7.4 Sessão de treinamento.....	42
3.8 Seleção dos jogos.....	45
3.9 Análise dos resultados.....	49
4. <u>RESULTADOS</u>	50
5. <u>DISCUSSÃO</u>	54
5.1 Implicações Clínicas.....	61
6. <u>CONCLUSÃO</u>	62
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	63
<u>ANEXOS</u>	75

Anexo A - MoCA - Montreal Cognitive Assessment.....	74
Anexo B - Escala de Ashworth Modificada.....	75
Anexo C–Termo de consentimento.....	76

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do estudo

Nos últimos anos, um crescente número de pesquisas em reabilitação do paciente com Acidente Vascular Encefálico (AVE) tem surgido, aumentando as bases de evidências sobre o assunto. Treinamento motivador e desafiador (Kwakkel, 2006), de alta intensidade, voltado para tarefas específicas e relevantes para o paciente, com maior número de repetição (Connell et al., 2014), tem sido considerado o mais eficiente para promover a recuperação motora após o AVE.

Avanços em neurociências na tentativa de compreender os mecanismos das deficiências têm conduzido a novos tratamentos. As evidências sugerem que a reorganização do sistema nervoso central esta na base das melhoras que frequentemente são observadas. Experimentos mostram que algumas regiões no cérebro normal de um adulto, particularmente o córtex, tem a capacidade de mudar estrutural e funcionalmente em resposta as mudanças ambientais. Este processo é descrito como plasticidade. Mudanças funcionais têm sido observadas em decorrência de mudanças adaptativas de focos de lesão no cérebro. Isso sugere que as terapias de reabilitação interagem com as mudanças plásticas, reduzindo as deficiências, por meio da plasticidade atividade dependente. (National Clinical Guideline Centre, 2013)

O processo de AM é o grande promotor das mudanças plásticas no sistema nervoso que sustentam as modificações no desempenho motor no sistema nervoso em indivíduos saudáveis ou com lesões nervosas (Schmidt e Lee, 2005). Esse processo é mediado pelo sistema implícito, ou seja, lento, baseado na repetição e sem acesso consciente ao seu conteúdo (Halsband e Freund, 1993; Halsband e Lange, 2006). Fatores externos relacionados ao treino, como o tipo de (Wulf et al.,1998), e internos, como o estado de motivação do aprendiz, interferem na eficiência do processo.

Desta forma, a busca por novas formas de treinamento que possam melhorar os resultados da reabilitação sobre o desempenho motor do membro superior parético (MSP) em pacientes com AVE, têm sido um objetivo importante na área. Dentre as novas ferramentas investigadas para alcançar esse propósito, a realidade virtual (RV) têm sido considerada uma opção promissora. Isto porque promove um ambiente de treino motivador, com grande número de repetições, alta frequência e diversidade de realimentação de resultados (Wulf et al., 1998; Crosbie, 2007; Broeren, 2008; Joo, 2010; Piron, 2010; Cameirão, 2011; Laver, 2011 e 2012), que são fundamentais para desencadear os processos neurais que favorecem o aprendizado (Karni, 1995 e 1996; Schmidt e Lee, 2005)

Evidências favoráveis aos efeitos terapêuticos para a recuperação da função motora do MSP têm crescido nos últimos anos (Saposnik e Levin, 2011). Entretanto, poucos estudos têm investigado a AM em RV de pacientes com AVE, segundo os modelos neurocientíficos atualmente preconizados que envolvem a avaliação das mudanças de desempenho, de curta e longa duração, após o treinamento de tarefas específicas.

Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a melhora do desempenho de curta e longa duração após um treinamento para MS em RV baseado em jogos do Nintendo Wii® (NW) em indivíduos portadores de sequelas crônicas de AVE.

A principal hipótese do presente estudo é que o treinamento virtual seja capaz de induzir os processos de AM e que os pacientes com sequelas crônicas de AVE sejam capazes de melhorar o seu desempenho nos jogos por meio de uma única sessão de treino e reter os ganhos mesmo após o término do treino. Se confirmada essa hipótese, as evidências deste estudo poderão sustentar o potencial terapêutico do treino em RV para a recuperação da função motora do MSP em pacientes com AVE, mesmo em fase crônica.

1.2 Acidente Vascular Encefálico e Recuperação Motora

É a maior causa de morte e incapacidade de todo mundo (Fuzaro, 2012). No Brasil, o número de vítimas fatais por AVE chega a quase 100 mil pessoas. Passou de 84.713, em 2000, para 99.726, em 2010. Atualmente, a doença é responsável pela primeira causa de mortes registradas no país, atingindo 16 milhões de pessoas no mundo a cada ano. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde 2013, 1,5% da população afirmou ter diagnóstico de AVE, representando, aproximadamente 2,2 milhões de pessoas com mais de 18 anos (Ministério da saúde, 2015).

O acidente vascular encefálico (AVE) é classificado como uma das doenças cerebrovasculares, causado pela interrupção do fluxo sanguíneo para o encéfalo, seja pelo rompimento de um vaso sanguíneo ou pelo bloqueio por um coágulo. Tal interrupção causa danos ao tecido encefálico que variam conforme a área e extensão acometidas (WHO, 2008).

Pode ser dividido em dois tipos distintos, de acordo com a natureza da lesão cerebral: Isquêmico ou hemorrágico. No tipo isquêmico, ocorre a perda regional do fluxo sanguíneo cerebral devido à estenose ou oclusão da vasculatura cerebral, causando o AVE isquêmico. De acordo com a etiologia, o AVE isquêmico pode ser dividido em 5 grandes categorias. São estas; aterosclerose de artéria, embolia cardíaca, oclusão de pequena artéria, alguma outra causa determinada/causa incomum e AVE com causa indeterminada/AVE criptogênico (Mcardle et al., 2014; Mehndiratta et al, 2015; Amarenco et al., 2009). O AVE hemorrágico é causado por rupturas da vasculatura cerebral e pode ser classificado em dois tipos: extraparenquimal e intraparenquimal, sendo as hemorragias que atingem as membranas subaracnóide, subdural e epidural do tipo extraparenquimal. As hemorragias intraparenquimais podem ser divididas em três tipos, de acordo com a etiologia: hipertensiva (tipicamente profunda), angiopatia amilóide (tipicamente lobar) e estrutural (tipicamente relacionados a uma malformação vascular ou tumor) (Mehndiratta et al, 2015). O tipo isquêmico constitui a maior parte dos indivíduos acometidos pelo AVE e apresenta menor índice de mortalidade).

Infartos causam 80% dos AVE's e mais de 90% das isquemias na circulação anterior afetam a artéria cerebral média (Mehndiratta et al, 2015).

O território da artéria cerebral média é o mais frequentemente afetado (Sieng et al, 2007) e indivíduos com infarto na artéria cerebral média são conhecidos por serem altamente dependentes nas atividades de vida diária, o que parece estar relacionado com as características do seu território de irrigação para a função motora (Jang, 2012). A artéria cerebral média é o maior ramo da carótida interna e supre a maior parte do córtex motor e sensitivo, incluindo a parte lateral que controla o membro superior e face contralaterais. Seu acometimento causa alterações de predomínio bráquio-facial (Rowland, 2000). Isto porque, os neurônios que regulam o movimento e o processamento da sensibilidade consciente da porção superior do corpo estão localizados no córtex cerebral lateral (Jang, 2012).

De forma geral, em torno de 80% dos sobreviventes apresentam paresia do MS, e 30-60% destes não usam o seu MSP (Piron, 2010; Hijmans, 2011; Fuzaro, 2012). A maioria dos indivíduos com AVE experimentam problemas com o membro superior, mais comumente a paresia (Nakayama et al., 1994 e Winstein et al., 2016), que é a deficiência chave na maioria dos casos (Lang e Beebe, 2007; Faria-Fortini et al., 2011). Apenas uma pequena parcela das pessoas recupera totalmente as funções do membro superior parético, permanecendo com limitações para atividades e restrições para participação (Kwakkel et al., 2003). A incapacidade para usar o MSP, pode levar a perda da independência para as AVD's e de ocupações importantes (ex: trabalhar e dirigir) (Winstein et al., 2016)

A função do membro superior desempenha importante papel em tarefas sofisticadas da vida diária e tem uma íntima relação com as atividades de participação social. Por esta razão, alterações na função do membro superior afetam fortemente a qualidade de vida dos pacientes (Lee et al., 2015).

As disfunções do MS são caracterizadas por paralisia/paresia, alterações sensitivas, perda da destreza manual e anormalidades do movimento (Morris, 2008). Padrões atípicos de movimento, especificamente a presença de sinergias anormais e a dificuldade com o movimento seletivo são

comumente observados (Shumway-Cook e Woollacott, 2010), sendo os déficits do membro superior, considerados os mais incapacitantes de todos os residuais (Turola, 2013).

Indivíduos com sequelas de AVE frequentemente apresentam estratégias de movimentos compensatórias, dado os problemas no controle motor. Tais estratégias podem resultar em longo prazo, em problemas como dor, desconforto e contraturas (Cirstea et al., 3). Todavia, ativar movimentos biomecanicamente e fisiologicamente eficientes, requer o aprendizado e execução de padrões articulares organizados e coordenados (Fujii et al., 2016).

As sequelas neurológicas variam de acordo com o local e a extensão da área cerebral acometida, porém a deficiência motora e o comprometimento cognitivo são os sintomas encontrados com maior frequência (Choi et al., 2014). Cerca de 60% das pessoas que sofreram AVE irão apresentar algum declínio cognitivo, com alteração das funções executivas, memória, atenção, concentração, processamento espacial, linguagem, resolução de problemas, tomada de decisão e planejamento, levando a limitações funcionais, com impacto na reabilitação e nas atividades de vida diária (Quaney, 2009; Ones, 2009; Kim et al, 2011; Blackburn, 2012; Hurford, 2013; Tang, 2012).

A recuperação motora, que pode ser considerada um processo de reaprendizagem, (Krakauer, 2006) baseia-se nas modificações decorrente da prática ou treino tanto para a aquisição de novas habilidades, como para o aperfeiçoamento das habilidades já adquiridas (Guadagnoli e Lee, 2004)

O grande desafio está em como ativar e modificar as redes neuronais para promover novas respostas e compensar a área lesada. Neurocientistas defendem que as mudanças sinápticas e em circuitos neurais decorrem da atividade e modificam o cérebro maduro (Squire e Kandel, 2000)

Sabe-se que a melhora na função está associada com a remodelação nas estruturas corticais remanescentes (Gatica e Mendez, 2014). O reforço neuroplástico das sinapses é um mecanismo fundamental para a aprendizagem. (Porto et al, 2015).

Evidências mostram que nos primeiros três meses após o evento vascular, ocorre o processo de recuperação espontânea. Este processo é responsável pela maior recuperação funcional atingida. Autores mostram que indivíduos com comprometimento do MS, recuperaram em torno de 70% da função dentro de 3 meses após o evento vascular (Prabhakaran, 2008).

Este processo decorre de um complexo padrão de reorganização cerebral, no qual três eventos podem ser destacados: (1) Mudanças compensatórias no hemisfério acometido, na organização funcional do tecido cortical ao redor da área afetada (Calautti e Brown, 2003; Werhahn et al., 2003); (2) Ativação de áreas motoras e fibras corticoespinais do hemisfério não acometido (Strens et al., 2003); (3) Aumento da ativação de áreas não primárias, como a área motora suplementar, córtex parietal inferior, cíngulo, ínsula e cerebelo (Small et al., 2002, Loubinoux et al., 2003; Carey et al., 2005)

Todavia, menos de 15% dos indivíduos que sofreram AVE, atingem a restauração total da função motora desencadeada pelos processos fisiológicos da recuperação espontânea (Hendricks et al., 2002). Estudos demonstram que na fase crônica, quando são necessários estímulos externos para reorganização cortical, mudanças no comportamento motor coincidem com mudanças na organização cortical decorrente de treinamento (Srivastava et al., 2015)

Atualmente, protocolos utilizados em reabilitação neurológica são suportados por evidências desta reorganização cortical associado às mudanças motoras e funcionais (Wolf, 2006). O padrão da reabilitação motora em indivíduos com hemiparesia envolve técnicas de neurofacilitação, técnicas de treinamento de tarefa específica e treinamento de tarefa orientada. As técnicas de neurofacilitação compreendem uma série de recursos que visam o retreinamento do controle motor. O treinamento de tarefa específica tem como objetivo melhorar as habilidades para desempenhar movimentos selecionados e específicos para tarefas funcionais. O treinamento de tarefa orientada estabelece como objetivo o retreinamento de tarefas funcionais, tendo em conta a interação de múltiplos sistemas musculoesquelético, perceptual, cognitivo e sistemas neurais (Schaechter, 2004).

O treinamento bilateral simultâneo de membros superiores favorece a recuperação funcional do MSP. Seu efeito se dá por meio do acoplamento facilitador entre os dois membros (Cauraugh e Summers, 2005), no qual o membro superior intacto seria o modelo para o membro superior parético, em termos das características do movimento, facilitando a restauração do movimento (Swinnen, 2002; Morris et al, 2008). Este tipo de treinamento, quando comparado com treinamento unilateral de pacientes crônicos, demonstra como principal efeito o aumento da velocidade e da regularidade dos movimentos do MSP. Do ponto de vista neural, essa sincronização se dá pela distribuição das redes neurais bilaterais (Swinnen, 2002; Morris et al, 2008).

Evidências mostram que existe uma tendência para sincronização entre ambos os membros neste tipo de treinamento. Em diferentes tarefas com coordenação bimanual, uma forte interação espacial e temporal tem sido observada incluindo: (a) uma tendência entre frequência e bloqueio de fases entre os membros; (b) acoplamento de amplitude (tendência a amplitudes idênticas); (c) acoplamento de direção (tendência a mover ambos os membros na mesma direção); (d) mútua acomodação ou interferência entre diferentes formas geométricas (circulo e linha). Os movimentos simétricos espelhados é o modo clássico de coordenação dos movimentos do repertório humano. Evidências claramente indicam que os membros superiores são ligados como uma unidade de estrutura de coordenação; os membros superiores funcionam em acoplamento homólogo de grupos musculares de ambos os lados do corpo (Cauraugh e Summers, 2005).

Estudos em que pacientes com comprometimento de um hemisfério realizaram treinamento de atividades com ambos os membros superiores simultaneamente, relatam que o treinamento bilateral é uma estratégia para melhorar o controle e as funções do membro superior parético (Stinear e Ballow, 2004; Morris et al., 2008). Estudos nos quais pacientes treinaram utilizando ambos os membros superiores simultaneamente, comprovam que após o treinamento os indivíduos apresentaram redução do tempo para realização da tarefa proposta e aumento das habilidades funcionais comparando antes e depois do treinamento (Cauraugh e Summers, 2005).

Considerando que o movimento emerge da interação do indivíduo com a tarefa e o meio ambiente, a compreensão das atribuições das tarefas pode fornecer um modelo para a estruturação da tarefa e desta forma auxiliar na formação de estratégias terapêuticas que auxiliem o paciente a aprender ou reaprender a realizar tarefas funcionais. Assim como compreender as características do ambiente que regulam e afetam o desempenho das tarefas é essencial para planejar uma intervenção efetiva (Shumway-Cook e Woollacott, 2010).

Portanto, cabe ao profissional conhecer não apenas o indivíduo, mas as propriedades da tarefa e do ambiente, considerando a influências de suas demandas sobre os processos de aprendizagem motora.

1.3 Aprendizagem Motora

A aprendizagem motora é definida como a aquisição do conhecimento ou habilidade, sendo a memória o resultado do aprendizado, incluindo a retenção e o armazenamento desse conhecimento ou habilidade (Kandel, 2000). Modelos neuronais de memória sugerem que a memória consiste em um padrão de mudanças nas conexões sinápticas entre as redes de neurônios distribuídas em diversas partes do cérebro (Shumway-Cook e Woollacott, 2010). A AM reconfigura as redes neurais e otimiza o planejamento, a execução e o controle dos movimentos com o membro afetado. A idéia que o aprendizado de habilidades motoras exerce um papel central na recuperação motora pós-AVE têm sido um foco de interesse em reabilitação neurológica (Matthews et al., 2004).

O armazenamento do aprendizado pode ser de forma explícita ou declarativa e implícita ou não-declarativa (ou processual). A memória explícita é a memória para fatos, eventos, para pessoas, lugares e objetos. Esta requer processamento do lobo temporal medial e hipocampo. A memória implícita é a memória para habilidades perceptuais e motoras e outras formas de memória processual, esta envolve o processamento em diferentes sistemas como o

cerebelo, estriado, amígdala e redes mais elementares como redes reflexas (Kandel, 2012). A aprendizagem explícita ou declarativa distingue-se pela velocidade de aquisição e também pelo acesso consciente ao seu conteúdo. Já a aprendizagem implícita ou não-declarativa, que é adquirida mais lentamente com a prática repetida, tem como principal evidência a modificação no desempenho da tarefa e acesso não consciente ao seu conteúdo (Halsband e Freund, 1993; Halsband e Lange, 2006).

A retenção de experiências pode ocorrer por processos diferentes. Um mais cognitivo, flexível e dependente do processamento do sistema córtico-límbico para o resgate explícito (consciente) de informações de eventos e fatos. O outro, um sistema de memória independente do processamento do sistema córtico-límbico que retém ganhos do desempenho adquiridos implicitamente (inconsciente) durante a execução real de determinada tarefa (Karni, 1996). O modelo de AM proposto pela neurociência tem sido cada vez mais difundido e consolidado. Segundo esse modelo a AM segue duas fases distintas; a primeira, compreendida pela habituação e aprimoramento induzido pela repetição da tarefa em um pequeno espaço de tempo, denominada por isso de *fast learnig*. Esta etapa que pode ser conceituada como a fase de aquisição das habilidades relevantes para a tarefa realizada dentro da sessão de treinamento, observada do ponto de vista comportamental, por meio do aprimoramento do *timing* e acurácia na tarefa treinada, e do ponto de vista neurofisiológico, por uma mudança no padrão de atividade cerebral durante a tarefa. A segunda fase consiste de um período de aquisições mais lentas, denominada assim como *Slow learnig* e está associada à continuidade do treinamento, que leva a evolução gradual de uma representação específica, estável e duradoura para as habilidades treinadas. Desta forma, o produto final do treinamento seria a consolidação da nova representação neural da tarefa e o seu armazenamento na memória de longo prazo (Karni, 1995 e 1998).

Assim, a formação de uma nova memória motora envolve processos implícitos e explícitos tanto para codificação, consolidação e recuperação, todavia, estágios de adaptação iniciais a tarefa, caracterizado como aprendizado rápido (*Fast learning*), são suportados por processos implícitos, que estão relacionados com a aquisição de padrões apropriados de geração de

força que possibilitam a produção de um movimento eficiente (Hodges e Franks, 2002), além dos processos implícitos, complementados por processos explícitos (Keisler e Shadmehr, 2010), que são preferencialmente envolvidos quando o sistema motor encontra grande quantidade de erro na execução da tarefa, produzindo conhecimento da perturbação (Malfait et al 2005). Neste sentido, Hikosaka et al., 2002, propõe que na fase inicial do aprendizado as sequencias espaciais da tarefa são adquiridas de forma rápida e processadas predominantemente de forma explícita o que requer o máximo de atenção. Com a continuidade do treino, as sequencias motoras passam a ser processadas de forma predominantemente implícita, com o mínimo de atenção.

A codificação ocorre predominantemente durante a fase de aquisição. A consolidação é formada por um grupo de processos tempo-dependentes pós-aquisição, que tornam a memória motora mais estável e fortalecida, podendo se manifestar comportamentalmente como melhora estável do desempenho após intervalos sem prática. A recuperação engloba processos que estão envolvidos no acesso à informação armazenada definitivamente na memória motora e na sua utilização e depende diretamente da eficiência da fase de codificação (Kantak e Winstein, 2012).

Considerando que os ganhos no desempenho refletem mudanças no processamento cerebral que são desencadeadas pela prática, assumimos que a melhora de determinada tarefa ocorre com a repetição e treinamento desta e que essas mudanças são experiência-dependentes (Karni, 1995 e 1996). Entretanto, para que a representação de uma nova memória seja considerada estável e consolidada é preciso um intervalo mínimo de 24hs sem treinamento. Desta forma a melhora e manutenção no desempenho podem ser tomadas como uma evidência de aprendizagem (Kantak e Winstein, 2012).

Características da prática podem interferir de diferentes maneiras na aquisição, consolidação e retenção do aprendizado. Diversos fatores como numero de repetições (Krakauer, 2006; Chen, 2014), organização das repetições (Soderstrom e Bjork, 2015) tipo e frequência da realimentação, capacidade para motivar e prender a atenção (Adamovich et al., 2009; Wulf et al., 1998; Winstein, 1991), são determinantes para o sucesso do processo de

AM. Alguns métodos atualmente utilizados para a recuperação do MSP reúnem características que podem ou não potencializar os processos de AM e estão citados abaixo.

O treinamento de tarefas orientadas é suportado por princípios de plasticidade neural e AM. (Kim et al., 2016). A escolha de treinar tarefas específicas é baseada na premissa de que a prática de uma ação resulta na melhora do desempenho desta ação e está focada no aprendizado ou reaprendizado de habilidades motoras (Bayona et al., 2005)

Essa afirmativa se baseia na análise da tarefa ensinada, na adaptação do ambiente, no feedback e na repetição variada. Essa prática potencializa a aprendizagem motora por meio da melhora das funções sensoriais, por requerer correções contínuas do movimento, resultante do parâmetro orientado para a tarefa específica e percepção do movimento e feedback sensorial (Bang, 2007). O treinamento de tarefas orientadas possui fatores essenciais para a AM, que são motivação, feedback e prática, e pode induzir a participação dos pacientes ao máximo (Rensink et al., 2009). A RV promove treinamento baseado em tarefas orientadas pelo ambiente virtual (Deutsch et al., 2011).

O treinamento bilateral de membros superiores não tem sido bem estudado. Duas meta-análises e um estudo recente sugere que este treino promove benefícios significativamente mensuráveis, comparado com outras formas de treino (Coupar et al., 2010; Whitall et al., 2011).

A terapia por contenção induzida têm demonstrado resultados positivos na melhora da atividade do MSP, da participação e na qualidade de vida dos indivíduos. Porém não está claro se este método tem efeitos superiores a terapia convencional (Bonaiuti et al., 2007; Wolf et al., 2010; Wu et al., 2012)

Terapia robótica pode promover grande quantidade de prática, por meio de vários tipos de robôs para o membro superior, que podem ser primariamente utilizados na clinica de reabilitação (Winstein et al., 2016).

A prática mental pode ser usada como um adjuvante nos exercícios para o membro superior. Esta prática pode ser utilizada dentro da terapia, a fim de

integrar a prática mental com a prática física (Bovend'Eerd et al., 2010). Períodos longos de prática mental parecem produzir benefícios maiores (Page et al., 2011).

1.4 Realidade Virtual, Aprendizagem e Reabilitação

Os protocolos padrões existentes para reabilitação de indivíduos com AVE, são bastante trabalhosos e dispendiosos, muitas vezes com resultados limitados e tardios (Langhorne et al, 2009). Para aumentar a satisfação e a efetividade da terapia, muitos profissionais têm investido em alternativas digitais como os sistemas de vídeo games (Saposnik, 2010; Laver, 2012).

Jogos de vídeo games são uma espécie de atividade com regras, que frequentemente envolvem conflitos, objetivos, um ponto inicial e um final, e tomadas de decisão. É possível afirmar que os jogos são uma espécie de atividade, que possuem como um dos seus principais objetivos a transmissão de uma determinada experiência. A maneira à qual o jogador irá estabelecer a conexão com a realidade criada no universo de um game deverá ser suportada pela interação e interface disponíveis. O design de interação e o design de interface são elementos presentes em qualquer jogo digital. Através deles são estabelecidas conexões entre o jogo e o jogador. O design de interação é a configuração de produtos interativos que irão auxiliar as atividades cotidianas das pessoas, seja no lar ou no trabalho, significa especificamente, criar experiências que aprimorem e ampliem as formas como as pessoas se comunicam e trabalham. De forma esquemática é possível dividir os componentes da interface nos games, e a forma como estes elementos interagem entre si. Os elementos são: o jogador, que está interagindo com o jogo; o mundo, ou mundo do jogo; a entrada física, que seria a forma como o jogador pode manipular elementos no mundo do jogo; a saída física, que através dela é possível transmitir os acontecimentos do mundo do jogo ao jogador; a interface virtual, que é uma camada conceitual que existe entre a entrada e saída física e o mundo do jogo. Assim, por meio da interface e,

consequentemente, interação, oferecidas em uma determinada plataforma, é possível estabelecer as possibilidades pelas quais o jogador poderá atuar no mundo do jogo. Esta atuação tem estreita relação com a ¹jogabilidade oferecida em um determinado game (Medeiros et al, 2013)

Dentre as opções de RV esta seria uma alternativa de fácil manuseio e econômica. Destes equipamentos o Nintendo Wii® têm se mostrado uma alternativa viável (Saposnik et al, 2010). O sistema Nintendo Wii, usa controles baseados em sensores táteis, o Wii remote® (figura 1a) e o Nunchuk® (figura 1b), e uma plataforma de força cinética (Wii Fit Board®) (figura 1c) como interface para os jogos. Os jogadores criam um avatar que os personifica nos jogos. Os movimentos dos controles no mundo real são traduzidos para os movimentos do avatar no jogo (Deutsch et al, 2011), por meio de um sensor que capta os movimentos realizados com esses controles exatamente como estão sendo realizados (Saposnik, 2010). Esses controles possuem acelerômetros dispostos nos três planos de movimentos que respondem e sinalizam todos os movimentos feitos pelos membros superiores do jogador (Saposnik et al, 2010).

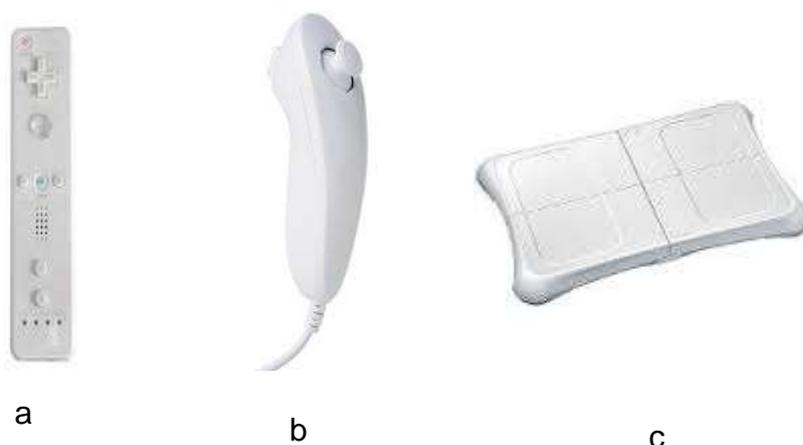


Figura 1: a) Wii remote®; b) Nunchuk®; c) Wii Fit Board®

¹ Jogabilidade é o grau e a natureza da interatividade. É como e quanto o jogador é capaz de interagir com o mundo do jogo, e como este mundo reage as escolhas que o jogador realiza (Ribeiro e Fernandes, 2013).

A RV é uma interface homem-computador que permite aos usuários interagir com o ambiente virtual gerado pelo computador por meio do envolvimento em diferentes tarefas em tempo real. Isso se refere à tecnologia computadorizada que gera um conteúdo de informações sensoriais de forma que a pessoa perceba os eventos e objetos no mundo real. O termo ambiente é usado para descrever a simulação de um ambiente visual em 3-D, presente para o sujeito por meio de um sistema de exibição. No ambiente virtual os objetos e eventos simulados não são apenas para serem percebidos, mas o usuário pode antecipar e reagir a eles como se fossem reais. Esta tecnologia, com a capacidade de simular ambientes, é uma nova forma que não promove apenas o aumento do tempo de prática, mas ao mesmo tempo oferece uma variedade de ambientes com restrições controladas necessárias para maximizar o aprendizado (Fung e Perez, 2011).

A RV pode variar de acordo com o tipo de imersão proporcionada ao usuário. O termo imersão refere-se ao grau de percepção que o usuário tem de que está inserido no ambiente virtual, mais do que no ambiente real. De acordo com esse conceito, podemos classificar os sistemas de realidade virtual em duas categorias: (a) Sistema de RV imersivo, que integra o usuário completamente ao ambiente virtual. O usuário só visualiza imagens projetadas pelo dispositivo. (b) Sistema de RV semi-imersivo ou não-imersivo, no qual o usuário percebe o mundo real e parte do ambiente virtual. Com esses sistemas o usuário não é completamente imerso no ambiente virtual (Diz e Prieto, 2015)

Diversos estudos têm defendido três pontos importantes sobre a realidade virtual e sua aplicação na reabilitação: (1) Repetição como componente essencial para promover mudanças plásticas na organização neural no sistema nervoso central. (2) Feedback Sensorial como componente essencial para promover a ativação de redes neurais por meio da estimulação de diferentes canais sensoriais, e a (3) Motivação individual, componente essencial para manter a atividade nas redes neurais envolvidas no treino por meio dos mecanismos de atenção e priorização, com baixo nível de estresse (Holden, 2005; Adamovich et al, 2009). Assim, a RV ofereceria a oportunidade de treinar tarefas virtuais mais interessantes e agradáveis que as propostas nas terapias convencionais, além

de permitir a realização de atividades que no mundo real seriam impraticáveis (Laver et al, 2011), encorajam um grande número de repetição, com retroalimentação contínua que, somada à oportunidade de observar os próprios movimentos em tempo real, gera reforço positivo ao jogador (Kwok et al, 2011). Considerando que a recuperação de uma memória depende do sucesso do processo de codificação (Kantak e Winstein, 2012), estimular e desafiar o aprendizado sensório-motor, por meio de estímulos multissensoriais promovidos pelo ambiente virtual (Holden, 2005; Adamovich et al, 2009; Monge Pereira et al, 2012) e pelo grande número de repetições executadas pelo jogador (Joo, 2010; Cameirão, 2011), proporcionaria a eficiência desejada na fase de codificação.

De fato, resultados promissores têm sido demonstrados em estudos que investigaram os benefícios da RV na recuperação motora de pacientes com AVE, especificamente para a recuperação motora do MSP, sumarizados na Tabela 1. Uma recente meta-análise com objetivo de analisar os efeitos positivos da intervenção em RV sobre a função do MS em pacientes com AVE, concluiu por meio da análise dos estudos randomizados e controlados que o treino com RV promove melhora na função motora do MSP significativamente maior comparado aos resultados obtidos após a terapia convencional, realizada em ambiente real (AR). A análise dos estudos observacionais mostrou que houve redução significativa de 15% nas deficiências motoras e aumento de 20% na função motora após o treino em RV, comparado aos valores basais (Saposnik e Levin, 2011).

A despeito dos resultados clínicos positivos, pouco se sabe sobre a AM de pacientes com lesões nervosas em treinamento em RV. Isto porque a maioria dos estudos nessa área tiveram como foco os efeitos do treino sobre tarefas diferentes das treinadas, realizadas em AR, ou seja, em outro contexto. Assim, o foco não foi a aprendizagem na tarefa treinada, e sim, a generalização dos efeitos do treino para funções motoras e tarefas diversas.

Para que a utilização da RV seja consolidada como forma eficiente de promover alterações estáveis e duradouras no sistema nervoso, são necessários estudos que investiguem a capacidade de pacientes com lesões

nervosas melhorarem a curto e longo prazo o seu desempenho por meio do treino em RV. Especificamente, a proposta deste estudo foi investigar a AM de pacientes com sequelas crônicas de AVE em jogos no NW controlados por meio de movimentos dos membros superiores.

Tabela 1 - Estudos que utilizaram o Nintendo Wii®

Referências	Sujeitos	Intervenção	Avaliações	Resultados	Conclusões
Chen et al, (2014)	24 sujeitos foram alocados em três diferentes grupos. Grupo convencional, Grupo Wii e Grupo XaviX.	Cada grupo recebeu uma hora de terapia convencional e os grupos Wii e XaviX receberam 30 minutos de terapia com realidade virtual por um período de 8 semanas.	Fugl-Meyer, Box and Block Test, Medida de independência funcional e mensuração da amplitude de movimento articular. Também foi usado um questionário para avaliação da motivação e satisfação. Todas as medidas foram realizadas antes e depois das intervenções.	O grupo que treinou com o Nintendo Wii apresentou melhoras significativas na Fugl-Meyer, Medida de independência funcional, medida de amplitude de movimento articular e apresentaram maior motivação e satisfação nos exercícios.	O uso do vídeo game pode promover melhoras funcionais no membro superior enquanto aumenta a motivação e a satisfação em pacientes com AVE.
Choi, et al, (2014)	20 sujeitos. Grupo experimental (GE):10 Grupo controle (GC):10	GE:Treinamento em 3 jogos do Nintendo Wii Resort (swordplay, table tennis, and canoe) 30 minutos, 5 vezes por semana durante 4 semanas. (receberam terapia convencional associada) GC: Terapia ocupacional convencional.	Fugl-Meyer, Teste de função manual, Box and block test, preensão manual, Versão Koreana do Mini-Mental, teste computadorizado neuropsicológico e a Versão Koreana do Índice de Barthel.	Ambos os grupos apresentaram melhora nos testes aplicados, mas apenas o grupo experimental apresentou melhora significativa no teste neuropsicológico computadorizado (detecção de estímulos visuais)	A realidade virtual por meio de jogos virtuais é tão efetiva quanto à terapia convencional na recuperação motora do membro superior e nas atividades de vida diária.

Referências	Sujeitos	Intervenções	Avaliações	Resultados	Conclusões
Mouawad et al, (2011)	12 sujeitos. 7 portadores de sequelas crônicas de AVE alocados no grupo experimental (GE) e 5 sujeitos saudáveis alocados no grupo controle (GC).	Utilizaram os seguintes jogos do Nintendo Wii: Tennis, Golf, Boxing, Bowling e Baseball. GE e GC realizou 1 hora de exercícios convencionais por dia, 5 dias por semana, durante 2 semanas. GE realizou adicionalmente sessões em casa utilizando o Nintendo Wii, inicialmente por 30 minutos e aumentando gradualmente até atingir 3 horas por dia durante 14 dias	Wolf Motor Function Test, Fugl-Meyer, Motor Log Activity Test, Box and Block Test, amplitude de movimento articular ativa e passiva, Escala de Ashworth Modificada e escala de equilíbrio de Berg. Pacientes foram reavaliados dois meses após o treinamento.	Todos pacientes apresentaram melhora significativa das habilidades para movimentos funcionais (Wolf Motor Function Test e Box and Block). A amplitude de movimento articular de membro superior aumentou em média 20° para movimentação passiva e 14° para movimentos ativos. Após dois meses os resultados observados na Wolf Motor Function Test e Box and Block Test foram mantidos	Os resultados são significantes e clinicamente relevantes para habilidades motoras funcionais, pois os ganhos foram transferidos para melhoras nas atividades de vida diária
Saposnik et al, (2010)	17 sujeitos na fase subaguda. Sendo 9 no grupo experimental (GE) e 8 no grupo controle (GC).	Todos os sujeitos receberam tratamento convencional, 1 hora de fisioterapia e mais uma hora de terapia ocupacional por dia. Foram 8 sessões de 60 minutos por um período de 14 dias. Adicionalmente o GE jogou Wii sports e Cooking Mama, 30 minutos cada e o GC realizou terapia recreacional com cartas e bingo.	Wolf Motor Function Test, Box and Block Test e escala de impacto do AVE. As medidas foram feitas após as intervenção e 4 semanas após a intervenção.	O GE apresentou melhora significativa na função motora Wolf Motor Function Tese na força de preensão. Resultados mantidos no follow-up.	Os jogos do Nintendo Wii representam uma tecnologia segura, viável e potencialmente efetiva na recuperação motora de indivíduos que sofreram AVE

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar a melhora do desempenho de curta e longa duração após um treinamento para membros superiores em RV baseado em jogos do (NW) em indivíduos portadores de sequelas crônicas de AVE.

2.1 Objetivos específicos

- Investigar as modificações do desempenho imediatamente após uma única sessão de treinamento em quatro jogos do NW, em indivíduos com sequelas crônicas de AVE.
- Investigar a consolidação das modificações do desempenho 48hs após uma única sessão de treinamento em quatro jogos do NW em indivíduos com sequelas crônicas de AVE
- Investigar a retenção das modificações do desempenho 7 dias após uma única sessão de treinamento em quatro jogos do NW de indivíduos com sequelas crônicas de AVE

2.2 Hipótese

A principal hipótese do presente estudo é que o treinamento virtual seja capaz de induzir os processos de AM e que os pacientes com sequelas crônicas de AVE sejam capazes de melhorar o seu desempenho nos jogos do NW após uma única sessão de treino. Que esta melhora se mantenha estável após o termino do treinamento e que esses pacientes sejam capazes de consolidar a AM nesses jogos mesmo após uma única sessão de treino.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo

Ensaio Clínico Não Controlado

3.2 Casuística

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com a pontuação média do jogo *Canoeing* do NW, com base em um estudo piloto que mostrou que pacientes com sequelas crônicas de AVE com características similares aos incluídos no presente estudo apresentaram um aumento significativo da pontuação no jogo após uma única sessão de treino de 90 para 140 pontos, com um desvio-padrão de 50 (Piemonte et al, 2015). Com base nessa diferença, o cálculo do tamanho amostral indicou que 16 indivíduos seriam necessários para obter um poder de 90% ($\alpha = 0.05$)

3.3 Participantes

3.3.1 Triagem

Vinte e quatro pacientes provenientes da lista de espera do serviço de Fisioterapia da Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo foram triados segundo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, Prevendo possíveis desistências, foram incluídos 22 participantes com média de idade 52 ± 10.29 , com 5.68 ± 5.31 anos de AVE, sendo 17 do sexo masculino e 5 do sexo feminino com diagnóstico médico de AVE supra-tentorial, confirmado por tomografia computadorizada, ocorrido há pelo menos seis meses.

3.3.2 Critérios de Inclusão;

Os critérios de inclusão foram capacidade de compreender e obedecer comandos verbais e visuais segundo a observação do avaliador; acuidade visual normal ou corrigida; e concordância em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Como o AVE pode causar sequelas muito variáveis conforme o local da lesão e sua extensão, e não são conhecidas escalas eficientes para a sua classificação, foram selecionados como critérios de inclusão diversas características motoras e não motoras que pudessem interferir no desempenho nos jogos do NW, com o propósito de reduzir a variabilidade da amostra.

Dentre os critérios motores estão:

- I. Amplitude ativa mínima de 50° de flexão de ombro e 50° de flexão de cotovelo, mensurada por meio da Goniometria. A goniometria é uma ferramenta utilizada por fisioterapeutas para quantificar as limitações funcionais, decidir sobre as intervenções terapêuticas adequadas e documentar a efetividade dessas intervenções através da mensuração da amplitude de movimento. (Gajdosik e Bohannon, 1987);
- II. Nível de espasticidade, avaliada pela escala de Ashworth modificada. A escala gradua o grau de rigidez encontrado em um membro através do alongamento passivo de determinado grupo muscular por toda sua amplitude de movimento. A escala determina 5 graus, sendo 0 = tônus muscular normal; 1 = ligeiro aumento no tônus muscular, caracterizado por pequena resistência no final da amplitude de movimento quando o membro é movido em flexão ou extensão; 1+ = ligeiro aumento do tônus muscular, manifestado por um sinal de resistência freando o movimento, seguido por resistência mínima em menos da metade da amplitude de movimento; 2 = aumento mais acentuado do tônus muscular na maior parte da amplitude de movimento, mas o membro é facilmente movido; 3 = considerável aumento do tônus muscular, movimentação passiva dificultada; e 4 = membro rígido na flexão ou na extensão (Bohannon, 1987). Os participantes com graus de rigidez no membro superior parético igual ou inferior a 3 foram incluídos neste estudo;

O principal critério cognitivo foi:

- I. Ausência de alterações cognitivas moderadas rastreadas pela *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), que avalia diferentes domínios cognitivos como as funções visuoespaciais e executiva, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação. A pontuação total da escala é de 30 pontos e pontuações maiores ou iguais a 26 indicam desempenho normal (Nasreddine, 2005). Participantes que obtiveram pontuação igual ou superior a 24 foram incluídos no estudo.

3.3.3 Critérios de exclusão;

Como critérios de exclusão foram adotados:

- Histórico de mais de um episódio de AVE diagnosticado;
- Afasia detectável pelo exame clínico;
- Alteração de campo visual diagnosticada;
- Alteração musculoesquelética que cause limitação nos movimentos de flexão de ombro e cotovelo e/ou desencadeie dor;
- Experiência prévia em jogos do Nintendo Wii®;
- Outras doenças de ordem neurológica diagnosticada;

3.4 Termo de Consentimento

Foi obtido o termo de consentimento de cada participante antes do início do estudo. O trabalho foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de São Paulo sob o número 12285.

3.5 Local

Todos os procedimentos aplicados neste estudo foram realizados no Laboratório de Aprendizagem Sensório-motora situado no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, localizado na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

3.6 Materiais

Materiais utilizados;

- um console do videogame Nintendo Wii®;
- um controle Wii remote®;
- um controle Wii Nunchuk®;
- uma plataforma Wii Balance board®;
- um programa Nintendo Wii Sports Resort®;
- um programa Nintendo Wii Sports®;
- um projetor multimídia (Samsung® modelo SP-M200S);
- uma tela para projeção de 1,5m por 1,5m (Visograf®);
- um banco regulável;
- um goniômetro;
- material para adaptação e ajuste dos controles;

3.7 Procedimentos

As fases deste estudo estão representadas no fluxograma abaixo;

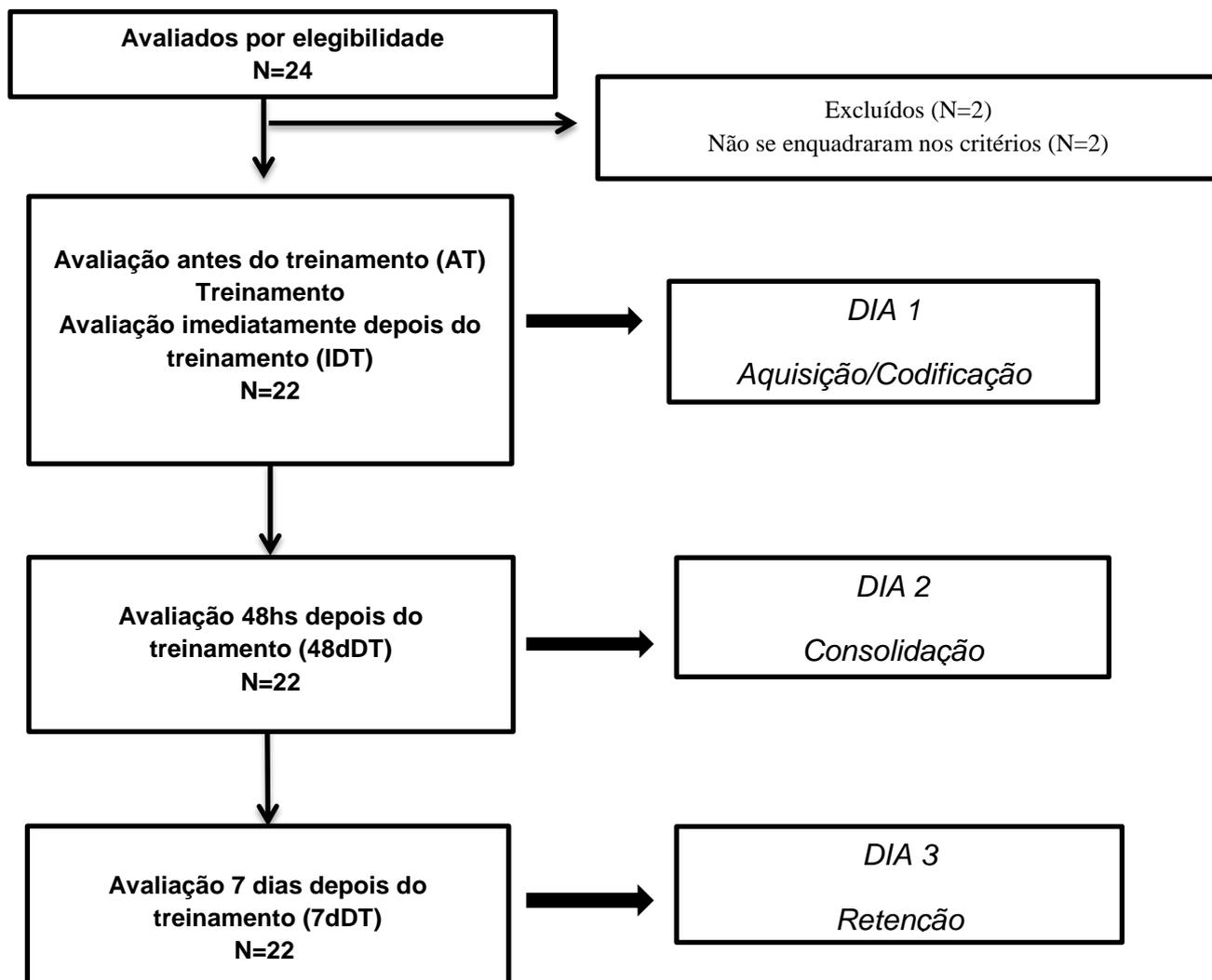


Figura 2 – Fluxograma das fases do estudo.

3.7.1 Avaliações

Considerando-se que o presente estudo tem como objetivo principal avaliar a aprendizagem de pacientes com sequelas crônicas de AVE em jogos do NW controlados por movimentos de membros superiores, a pontuação obtida em cada um dos quatro jogos treinados foi adotada como desfecho primário. Assim, a pontuação final fornecida pelo software do NW para cada um dos jogos nas 4 avaliações (AT, IDT, 48dDT e 7dDT) foi registrada. O limite máximo de pontuação varia de jogo para jogo, mas invariavelmente aumentam conforme o sucesso obtido em cada tentativa.

Em todas as avaliações, os pacientes foram lembrados sobre o funcionamento geral do NW e objetivos específicos de cada um dos jogos. A seguir, realizaram um bloco de tentativas de cada um dos quatro jogos. A duração dos blocos foi variável entre os jogos, de acordo com cada jogo, e a ordem dos jogos foi a mesma em todas as avaliações.

Durante as avaliações, os pacientes não receberam nenhum tipo de assistência física ou verbal do fisioterapeuta, que apenas garantiu a segurança do paciente durante o procedimento.

Não foram permitidas tentativas adicionais de nenhum dos jogos no caso de interrupção ou desistência por parte do paciente.

3.7.2 Treinamento

Todos os participantes receberam treinamento nos quatro jogos selecionados e realizaram 5 tentativas em cada jogo no total.

O treinamento foi realizado em sessão única.

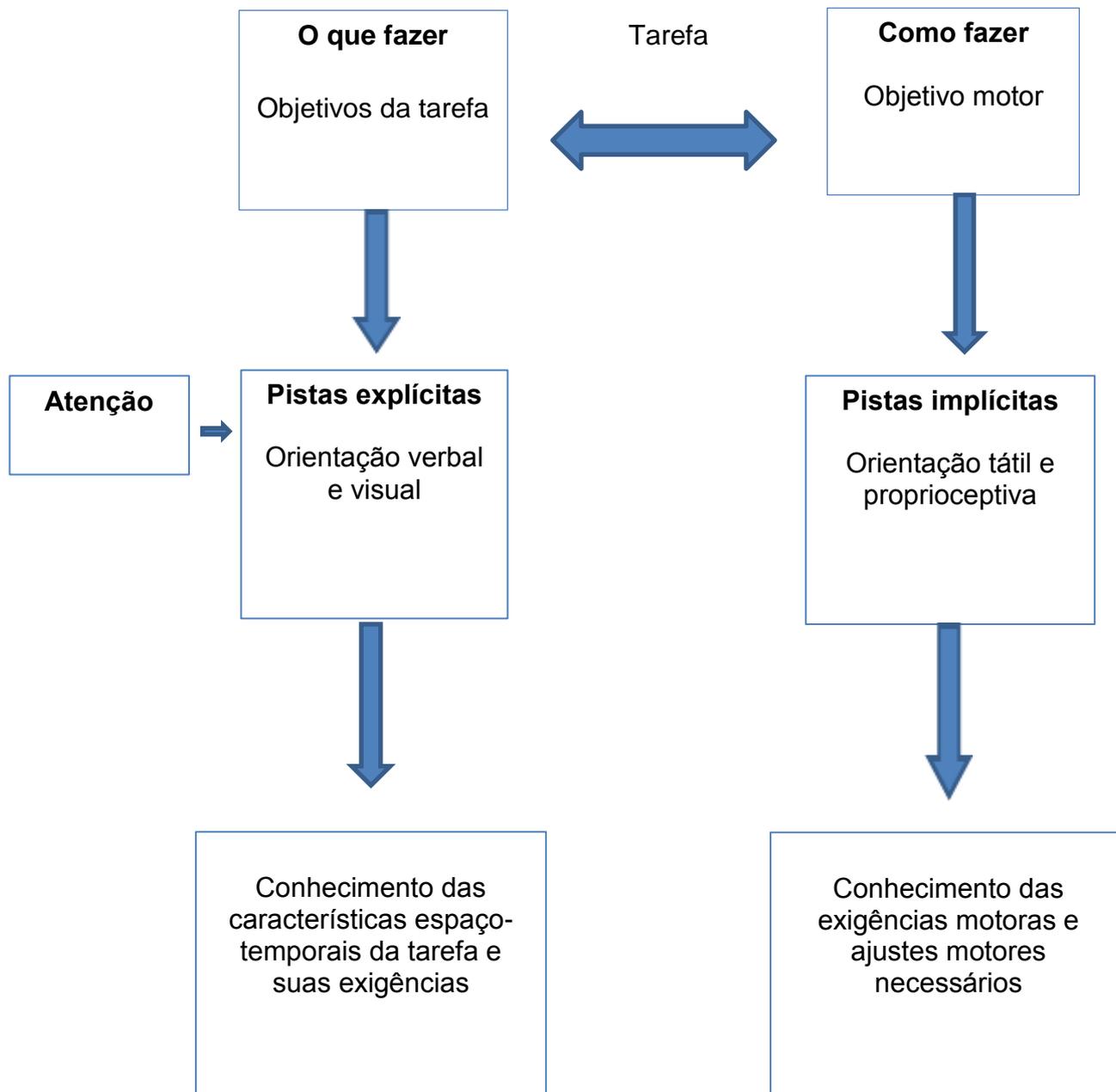
3.7.3 Familiarização

Inicialmente os participantes foram familiarizados com os dispositivos de controle dos jogos (controles Wii remote® e Nunchuk®) e com as estratégias para controlar o seu avatar nos jogos, por meio da movimentação do próprio corpo. Foi permitido que os participantes movimentassem o avatar, utilizando movimentos corporais e, desta forma identificassem a maneira de conduzi-lo no momento do jogo. Os objetivos e regras de pontuação de cada jogo foram apresentados antes da primeira tentativa.

3.7.4 Sessão de treinamento

A sessão foi composta por cinco tentativas, sendo a primeira e última utilizadas como medidas de avaliação (AT e IDT). Para a construção do aprendizado, os participantes foram orientados por pistas explícitas e implícitas conforme descrito na figura 2. Durante as tentativas 2, 3 e 4 prioritariamente as pistas foram implícitas, fornecidas pelo fisioterapeuta de acordo com as necessidades individuais. A proposta foi apresentar o conteúdo explícito previamente ao início do treinamento, uma vez que a tentativa 1 e 5 foram medidas de avaliação, e durante as tentativas a prioridade foi oferecer apenas o conteúdo implícito, a fim de facilitar a construção da estratégia mais eficiente e alcançar a melhor pontuação nos jogos e, evitar que os pacientes utilizassem estratégias que compensassem a redução da movimentação do MSP.

Figura 3- Facilitação explícita e implícita oferecidas aos pacientes durante o treino



Considerando a dificuldade em manter e conseqüentemente conduzir o controle utilizando a mão parética, adaptações foram feitas a fim de permitir a realização dos jogos com o MSP (Figura 4).



Figura 4 – Adaptações para o membro superior parético

Em dois jogos selecionados, era necessário que os indivíduos realizassem deslocamentos látero-laterais do corpo sobre a plataforma Wii Balance board®. Para isso, a plataforma Wii Balance Board® foi acoplada a um banco especialmente desenvolvido para o presente estudo, no qual os indivíduos permaneceram sentados durante todo treinamento (Figura 5). O banco foi desenvolvido para que a altura do assento fosse ajustada conforme a estatura física do paciente, permitindo que o alinhamento biomecânico fosse mantido e a segurança do paciente preservada. Independentemente do grau das deficiências motoras, as adaptações foram as mesmas para todos os pacientes.



Figura 5 – Plataforma Wii Balance Board® acoplada ao banco ajustável

3.8 Seleção dos jogos

Os jogos do NW foram selecionados após análise do repertório de jogos que são controlados por joysticks disponíveis nos pacotes Nintendo Wii Sports Resort® e do Nintendo Wii Fit®. Esta análise foi realizada por 5 fisioterapeutas especializadas na área de fisioterapia em Neurologia. Os critérios de seleção foram (1) potencial terapêutico para o MSP; (2) aplicabilidade e jogabilidade; e (3) segurança para o paciente.

A busca por potencial terapêutico nos jogos do NW baseou-se nas exigências motoras e cognitivas, bem como na realimentação fornecida pelos jogos.

As demandas motoras dos quatro jogos envolvem, principalmente, movimentos de flexão e extensão de ombros e flexão e extensão de cotovelos em velocidade e amplitude variáveis. Esses componentes são fundamentais para a recuperação da função motora do MSP, e se transferidos para outros

contextos, podem impactar positivamente nas ²AVD's e ³AIVD's dos pacientes e facilitar a participação social, segundo o modelo da CIF.

Os jogos do NW exigem deslocamentos controlados do centro de gravidade do corpo, movimentos dos membros superiores, rápidos ou lentos e amplitudes variáveis, conforme o jogo. Proporcionam aos jogadores feedback de resultado, por meio de realimentação visual, auditiva e, em alguns casos, vibratórias, que podem facilitar o treinamento e a melhora no desempenho das tarefas propostas.

As características de cada um dos quatro jogos esta sumarizada na Tabela 2.

² As AVD são as tarefas que uma pessoa precisa realizar para cuidar de si, tais como: tomar banho, vestir-se, ir ao banheiro, andar, comer, passar da cama para a cadeira, mover-se na cama e ter continências urinária e fecal (COSTA, NAKATANI E BACHION, 2006).

³ As AIVD são as habilidades do indivíduo para administrar o ambiente em que vive e inclui as seguintes ações: preparar refeições, fazer tarefas domésticas, lavar roupas, manusear dinheiro, usar o telefone, tomar medicações, fazer compras e utilizar os meios de transporte (COSTA, NAKATANI E BACHION, 2006).

Tabela 2 - Descrição dos jogos selecionados

Jogos	Descrição	Demandas
<p>Wakeboarding</p> 	<p>O jogador deve movimentar e monitorar o avatar para que este realize o maior número possível de manobras sobre as ondas. O avatar responde a aceleração para realização de manobras mais intensas que conferem maior pontuação. O jogador precisa relacionar seus movimentos em tempo real com as respostas do ambiente virtual, que apresenta feedbacks audiovisuais dos resultados dos movimentos.</p>	<p>Motoras</p> <p>Movimentos de ombro (flexão, abdução e adução horizontal)</p> <p>Movimentos de cotovelo (flexão)</p> <p>Picos de aceleração voluntária do movimento</p> <p>Cognitivas</p> <p>Atenção</p> <p>Análise das características espaciais</p> <p>Planejamento de estratégias</p> <p>Análise dos resultados</p> <p>Planejamento de ajustes motores</p>
<p>Big Top Jugglin</p> 	<p>O jogo impõe o controle de duas tarefas. O jogador precisa controlar seu avatar que está em cima de uma bola e ainda receber bolas de dois auxiliares para fazer malabares em tempo real.</p>	<p>Motoras</p> <p>Movimentos de ombro (flexão)</p> <p>Movimentos de cotovelo (flexão e extensão)</p> <p>Deslocamento látero-lateral</p> <p>Cognitivas</p> <p>Atenção</p>

Quanto mais bolas o jogador conseguir manter em malabares, sem desequilibrar, maior será sua pontuação.

O ambiente virtual apresenta interface rica em estímulos visuais. O tempo e a pontuação apontam em tempo real na tela juntamente com os feedbacks de resultados.

*Divisão de atenção
Planejamento de estratégias
Análise de resultados
Planejamento dos ajustes motores*

Canoeing



O jogador visualiza seu avatar dentro de uma canoa e todo cenário planejado para uma corrida contra o tempo. É preciso remar mantendo sua canoa dentro de uma área demarcada, ajustando-se as variações do percurso enquanto o tempo e a distância percorrida são mostrados em tempo real para o jogador.

O objetivo é percorrer a maior distância possível dentro do período de tempo determinado pelo jogo.

Motoras

*Movimentos de ombro (flexão, abdução e adução horizontal)
Movimentos de cotovelo (flexão)
Aceleração aos aumentos voluntário da velocidade*

Cognitivas

*Atenção
Análise das características espaciais
Planejamento de estratégias
Análise dos resultados
Planejamento de ajustes motores*

Rhythm Parede

O jogador tem à sua frente um cenário cheio de estímulos dinâmicos. Seu avatar percorre um caminho que não se altera, portanto não é controlado pelo jogador. Objetos circulares surgem do alto do ambiente virtual com velocidade determinada pelo jogo, alcançando as laterais do avatar e a tarefa do jogador é atingi-los antes que passem pelo seu avatar. O tempo é demonstrado na tela e feedbacks audiovisuais surgem com acertos e erros.

Motoras

*Movimentos de ombro (flexão)
Movimentos de cotovelo (flexão e extensão)
Aceleração voluntária do movimento*

Cognitivas

*Atenção
Análise das características espaciais
Planejamento de estratégias
Divisão da atenção
Análise dos resultados
Planejamento de ajustes motores*

3.9 Análise dos resultados

Para analisar os resultados obtidos em termos de pontuação nos jogos, após testes de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (teste de Levene) e análise de distribuição de resíduos, serão realizadas análises de variância de medidas repetidas (RM-ANOVA), uma para cada jogo, utilizando como fator quatro avaliações (AT, IDT, 48hDT e 7dDT).

Para os efeitos que alcançaram nível de significância, será realizado o Teste Post Hoc de Tukey para a verificação de eventuais diferenças entre os mesmos.

Para toda a análise o nível de significância adotado será de 5%.

4. Resultados

As características demográficas e clínicas dos participantes do estudo estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características dos participantes antes do treinamento

N= 22	Média (Desvio Padrão)
Sexo (feminino)	5
Idade (anos)	52.7 (10.29)
Anos de AVE (anos)	5.68 (5.31)
Lado acometido (esquerdo)	13
Goniometria flexão de ombro (graus)	114 (48.47)
Goniometria flexão de cotovelo (graus)	127(15.02)

A análise dos resultados indicou que os pacientes com sequelas crônicas de AVE são capazes de melhorar o seu desempenho em cada um dos quatro jogos no NW após uma única sessão de treino e reter os ganhos.

Na tabela 4 estão expressos os resultados da ANOVA para medidas repetidas, no qual foram analisadas as pontuações obtidas nas avaliações AT, IDT, 48hDT e 7dDT.

Tabela 4 – Média das pontuações obtidas nos jogos

NW	AT	IDT	48hDT	7dDT	p
game					
WB	154.70(108.98)	221.25(115.28)	283.80(171.99)	286.80(152.02)	0.00064
CN	92.44(43.97)	130.39(40.44)	131.51(45.36)	140.05(42.70)	0.00000
RP	86.59(36.04)	97.86(50.98)	114.18(51.85)	113.36(58.49)	0.00246
BT	34.85(44.29)	84.38(87.35)	125.71(143.55)	179.33(197.87)	0.00000

WB – Wakeboarding; CN - Canoeing; RP – Rhythm Parede; BT – Big Top Jugglin;

Médias das pontuações atingidas no jogo Wakeboarding e nível de significância

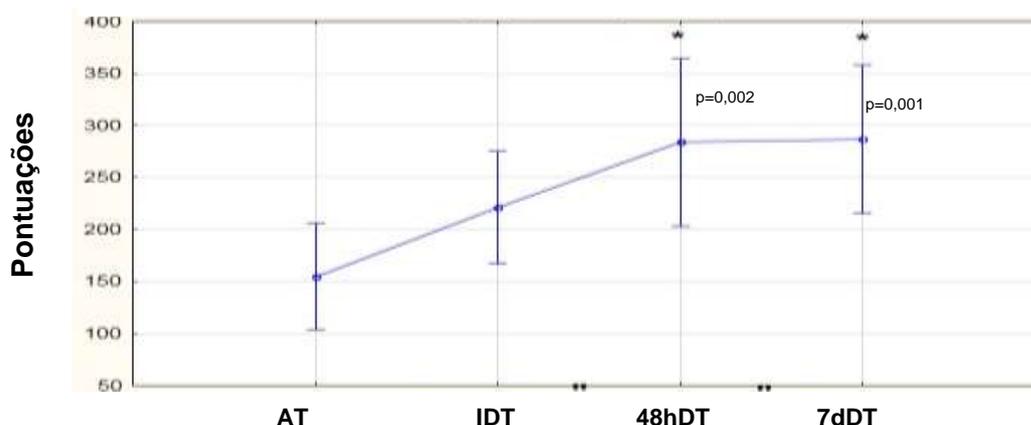


Gráfico 1 – Médias das pontuações obtidas nas avaliações AT: antes do treinamento; IDT: imediatamente depois do treinamento; 48hDT: 48 horas depois do treinamento e 7 dias depois do treinamento.

A análise das pontuações obtidas no jogo Wakeboarding demonstrou que para cada fator analisado, pelo menos uma das médias é diferente, com $p\text{-value} = 0,064$.

O Post Hoc de Tukey demonstrou diferenças significativas entre AT e 48hDT ($p=0,006$) e entre AT e 7dDT ($p=0,008$), conforme apresentado no gráfico 1. O treinamento mostrou-se efetivo para consolidação e retenção do aprendizado. A análise da curva de aprendizagem demonstra que os ganhos no desempenho foram intensificados 48 horas depois do treinamento e se mantiveram 7 dias depois.

Médias das pontuações atingidas no jogo Canoeing e nível de significância

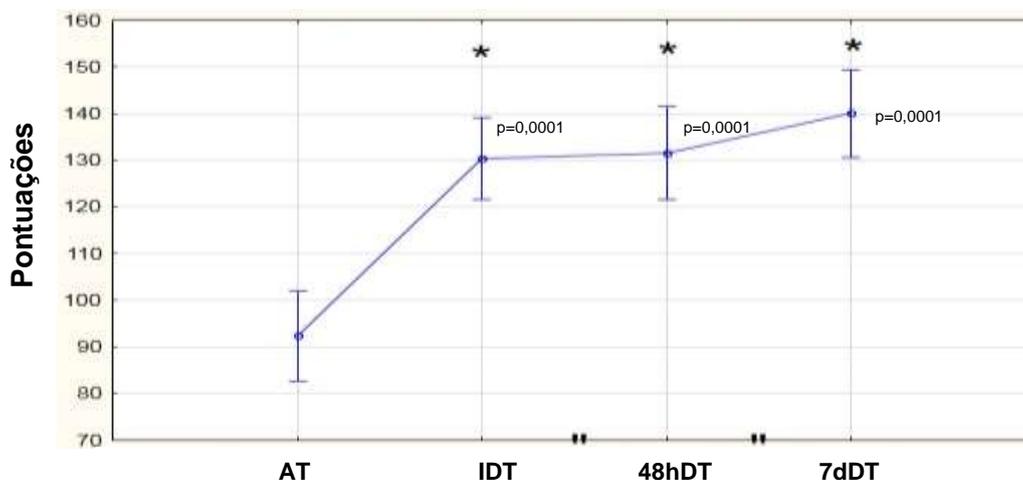


Gráfico 2 – Médias das pontuações obtidas nas avaliações AT: antes do treinamento; IDT: imediatamente depois do treinamento; 48hDT: 48 horas depois do treinamento e 7 dias depois do treinamento.

No jogo Canoeing, o teste ANOVA para medidas repetidas demonstrou que pelo menos uma das médias é diferente, com $p\text{-value} = 0,00$. O Post Hoc de Tukey mostrou diferenças significativas entre AT e IDT ($p\text{-value}=0,001$), entre AT e 48hDT ($p\text{-value}=0,001$) e AT e 7dDT ($p\text{-value}=0,001$), conforme apresentado no gráfico abaixo. Neste caso, os valores foram significativos para 3 momentos, reforçando que o treinamento por meio deste jogo foi efetivo para a aquisição da aprendizagem motora já nos estágios iniciais. A curva de aprendizagem demonstra que os ganhos de desempenho apresentado imediatamente após o treinamento, foram sustentados 7 dias depois.

Médias das pontuações atingidas no jogo Rhythm Parede e nível de significância

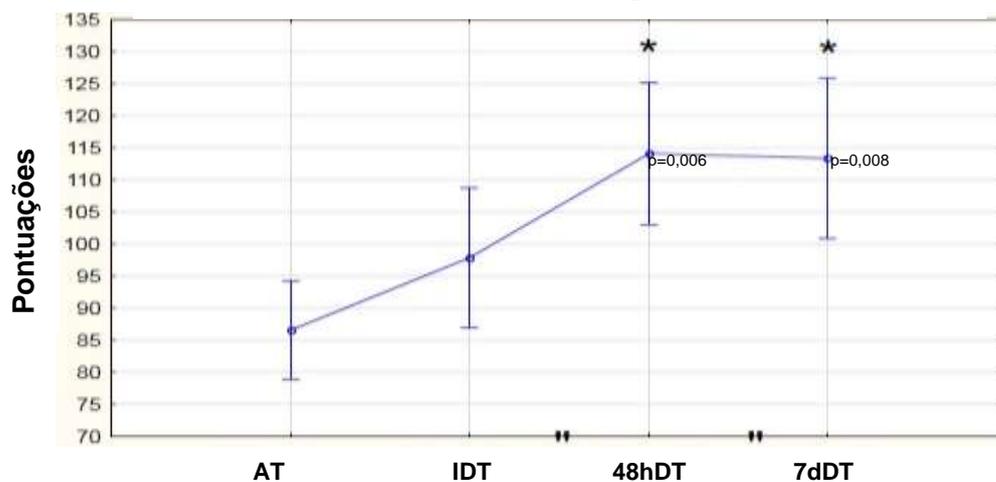


Gráfico 3 – Médias das pontuações obtidas nas avaliações AT: antes do treinamento; IDT: imediatamente depois do treinamento; 48hDT: 48 horas depois do treinamento e 7 dias depois do treinamento.

No Rhythm Parede tivemos um $p\text{-value} = 0,246$, confirmando que pelo menos uma das médias obtidas é diferente. O Post Hoc de Tukey demonstrou diferenças significativas entre AT e 48hDT ($p=0,006$) e entre AT e 7dDT ($p=0,008$), conforme demonstrado no gráfico abaixo. O treinamento mostrou-se efetivo para consolidação e retenção do aprendizado. A curva de aprendizagem demonstra que os ganhos no desempenho foram intensificados 48 horas depois do treinamento e se mantiveram 7 dias depois.

Médias das pontuações atingidas no jogo Big Top Jugglin e nível de significância

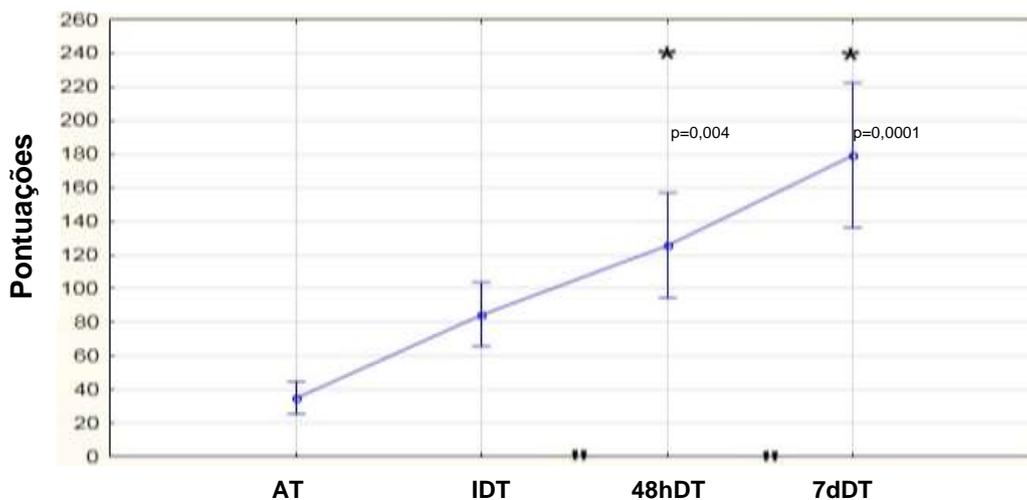


Gráfico 4 – Médias das pontuações obtidas nas avaliações AT: antes do treinamento; IDT: imediatamente depois do treinamento; 48hDT: 48 horas depois do treinamento e 7 dias depois do treinamento.

No jogo Big Top Jugglin a ANOVA para medidas repetidas demonstrou que pelo menos uma das médias é diferente, com $p\text{-value} = 0,001$, confirmando que pelo menos uma das médias obtidas é diferente. O Post Hoc de Tukey mostrou diferenças significativas entre AT e 48hDT ($p\text{-value}=0,004$) e AT e 7dDT ($p\text{-value}=0,001$). Os valores foram significativos e reforçam que o treinamento foi efetivo para a consolidação e retenção do aprendizado. Os ganhos foram graduais na curva de aprendizagem, apresentando um pico de desempenho 7 dias após o treinamento.

5. DISCUSSÃO

Este estudo tem como interesse primário fundamentar a prática de utilização da RV na reabilitação de pacientes com sequelas de AVE, baseada no modelo da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde – CIF, que tem como eixo as atividades e a participação social dos indivíduos. Em busca de uma nova ferramenta para a reabilitação, procuramos

evidenciar os potenciais da RV, a fim de promover a recuperação motora e potencializar o retorno funcional dos indivíduos acometidos pelo AVE.

Estudos que utilizaram a RV por meio de diferentes jogos do NW como intervenção para o MSP confirmam que os ganhos de amplitude de movimento e de habilidades motoras podem ser mantidos e generalizados para atividades de vida diária e para o nível de independência funcional (Joo et al., 2010; Saposnik et al., 2010; Mouawad et al., 2011; Chen et al., 2014; Choi, et al., 2014). Todavia, nenhum dos estudos discutiu os critérios aplicados que influenciaram na AM.

Quatro fatores são frequentemente destacados como sendo fundamentais para influenciar a AM: (a) o estágio do aprendizado; (b) o tipo de tarefa; (c) o tipo de prática e (d) o tipo e a maneira de promover o feedback. A prática e o feedback são as duas variáveis mais potentes para influenciar a AM (Bilodeau and Bilodeau 1958; Schmidt 1988). O treinamento realizado neste estudo proporcionou a consolidação e a retenção dos ganhos de curto e longo prazo em todos os jogos. Acreditamos que a consistência da aquisição se dê principalmente pela realimentação promovida neste tipo de RV e pela influência do fisioterapeuta sobre os mecanismos de ajuste do movimento. Os jogos possuem grande potencial de interação e os feedbacks são constantes. O jogador precisa permanecer atento ao ambiente virtual, interagindo para manter-se ativo no jogo e marcar pontos. Desta maneira a atenção do jogador permanece em focos externos. Para Wulf et al.,(2001) a atenção pode ser direcionada para os movimentos do próprio corpo, denominado foco interno, e para os efeitos das ações sobre o ambiente, denominado foco externo. Wulf e Printz (2001) argumentam que o tipo de instrução que promove maior eficiência no aprendizado implícito é aquela que direciona a atenção do aprendiz para os efeitos de seus movimentos corporais, ou seja, para focos externos. Printz (1990 – 1997) defende que para que as ações motoras sejam eficazes, estas precisam ser planejadas em termos do resultado desejado. Wulf et al., (1998) encontraram que dirigir a atenção para o resultado do movimento produzia um efeito superior sobre a aprendizagem motora e a retenção, quando comparado

com um grupo que recebeu instruções com foco atencional no próprio corpo e com um grupo que não recebeu instruções.

O jogador precisa controlar e coordenar os ajustes motores associado com o desempenho da tarefa. Todavia, as informações sensoriais responsáveis pela realimentação intrínseca podem estar ausentes ou comprometidas em indivíduos com lesões centrais. Nestas condições, um paciente pode ser incapaz de utilizar de maneira eficaz essas informações para atingir o controle do movimento. A realimentação extrínseca é uma fonte externa de informação que complementa as informações intrínsecas. Winstein (1991), destaca que informações provenientes de sensações associadas ao próprio movimento são conhecidas como feedback intrínseco e informações relacionadas ao resultado da ação no ambiente, no que se refere ao objetivo da tarefa são conhecidas como feedback extrínseco.

Para nós, o grande potencial terapêutico da RV por meio dos jogos do NW está em sua maneira de estimular e desafiar o jogador e na realimentação proporcionada. Os resultados dos movimentos são avaliados pelo aprendiz por meio da retroalimentação e esta informação pode ser utilizada para modular respostas motoras futuras (Kantak e Winstein, 2012). Em terapias, buscamos criar um ambiente desafiador e estimulante, compreender os componentes motores das tarefas treinadas e a grande questão gira em torno de quais serão os mecanismos que facilitarão o processo de aprendizagem da tarefa treinada. Os jogos direcionam a atenção do jogador para focos externos e oferece realimentação extrínseca sobre o resultado dos seus movimentos. Conhecendo as regras e exigências do jogo, por meio da orientação do treinador, o jogador recebe as orientações externas que direcionam sua ação motora em tempo real, reforçando seu gesto motor para manutenção do acerto, ou inibindo o gesto motor para obter pontuação no jogo. Desta maneira, as respostas geradas pelo jogador devem atender a demanda do jogo, gerando grande número de repetições corretas.

A interferência realizada pelo treinador, por meio do sistema somatossensorial, direcionou os movimentos de acordo com os objetivos da ação motora, evitando qualquer comando verbal que pudesse direcionar a

atenção do jogador para os seus movimentos. Possivelmente esta intervenção facilitou a manutenção da atenção na tarefa virtual e inibiu o controle visual dos movimentos, permitindo que o aprimoramento dos padrões de movimento fosse direcionado para aumentar os acertos no jogo. Por meio da exclusão da visão, os ajustes dos movimentos passam a depender predominantemente das informações proprioceptivas (Adamovich et al. 1998). Shea e Wulf (1999) demonstraram que a AM é mais efetiva não apenas quando o aprendiz tem sua atenção direcionada para focos externos, mas também quando é oferecido feedback externo ao invés do interno. O direcionamento da atenção para focos externos e o uso de feedback extrínseco, proporciona o aumento da realimentação sensorial intrínseca, que está relacionada com erros de movimento e a correção de movimentos subsequentes (Adams 1971; Schmidt 1975). O aumento da realimentação intrínseca vinculada ao movimento adequado proporcionou maior qualidade dos movimentos durante a realização da tarefa virtual e ampliou potencialmente os resultados atingidos e proporcionalmente o desempenho nos jogos.

A sequência motora dos participantes foi direcionada, a fim de facilitar a continuidade do próximo componente motor na execução da tarefa, considerando que a previsão dos próximos componentes de movimento facilita a realização da tarefa (Rosenbaum et al., 1983; Karni et al., 2010). O direcionamento de como realizar a tarefa (pistas explícitas) foi enfatizado no momento em que as instruções do jogo eram fornecidas, ou seja, antes da primeira tentativa. Durante as tentativas 2, 3 e 4 a prioridade foi direcionar por pistas implícitas, oferecidas de acordo com as dificuldades individuais. Segundo Anderson (1987), em estágios iniciais do aprendizado de tarefas motoras, o conhecimento declarativo da tarefa é fundamental. Quando o aprendiz se torna capaz de desempenhar a tarefa motora automaticamente, ele passa a ser independente do sistema explícito. Outros autores corroboram apoiando a premissa de que um grande conhecimento explícito não é o método mais produtivo para adquirir uma habilidade motora (Liao e Masters, 2001; Masters, 1992; Maxwell et al., 2000, 2003; Maxwell et al., 2001; Wulf & Weigelt,

Dos 4 jogos selecionados, o Wakeboarding (WB) e o Canoeing (CN) possuem demandas motoras semelhantes e contextos diferentes. Ambos são realizados em ambiente aquático e apresentam demanda explícita diferente, devido ao objetivo específico de cada jogo. O Rhythm Parede (RP) e o Big Top Jugglin (BT) apresentam demandas motoras semelhantes e contextos diferentes. A tarefa de ambos é bastante dinâmica e as demandas explícitas são diferentes. A prática de habilidades motoras semelhantes em contextos diferentes confere variabilidade à prática e favorece a generalização dos ganhos (Jarus et al., 1996; Magil e Hall, 1990). Este tipo de prática afeta diretamente a aprendizagem, promove a retenção e facilita a transferência dos ganhos para situações no qual o aprendiz é confrontado com novos contextos (Iman e Jarus, 2014). A organização da prática por meio de jogos com demandas motoras semelhantes e contextos diferentes potencializou o desempenho dos participantes no treinamento aplicado.

Os jogos exigem diferentes níveis de atenção e habilidades visuo-espaciais. O BT e o RP possuem contextos mais dinâmicos e as exigências da tarefa são variáveis e determinadas pelo jogo. Ambos possuem tempo determinado para o encerramento. O WB e o CN são jogos cuja tarefa não apresenta variações. O contexto é rígido e o tempo determinado pelo jogo. De acordo com os valores encontrados, as médias das pontuações nos jogos BT e RP nas avaliações IDT e 48hDT foram menores. Atribuímos as diferentes modificações do desempenho nestes jogos, as características espaciais dos jogos e as demandas atencionais. Em nossa amostra, 30% dos participantes apresentou alterações leves nas funções executivas visuo-espaciais e na atenção.

Indivíduos com AVE frequentemente apresentam alterações em funções executivas e estas podem ser consideradas um forte preditor para o nível de recuperação funcional. O impacto dos comprometimentos cognitivos sobre a recuperação funcional é significativo e independente dos comprometimentos físicos (Yong et al., 2015), e podem estar presentes em vários domínios cognitivos e em diferentes graus, comprometendo ou não as atividades de vida diária (Yu et al., 2013). As funções executivas têm sido consideradas como o

principal fator que contribui para a reabilitação da participação e com o estado funcional de forma geral após a reabilitação (Skidmore et al., 2010). Acreditamos que algumas características dos jogos, como as exigências atencionais em maior ou menor grau e a dinâmica espacial do cenário dos jogos, influenciaram na aquisição do aprendizado em nossa amostra. Chen (1998) investigou a influência da cor e da forma do objeto na orientação eficaz da atenção e tomada de decisão, por meio de uma tarefa que consistia em responder com movimentos da mão o mais rápido possível na presença do estímulo alvo. Foi possível concluir que quanto mais complexo e mais colorido o objeto, maior o tempo de reação manual. Para o autor, o aumento do tempo de reação se deve a complexidade da integração dos processos de reconhecimento de objetos segundo as características físicas de cor e forma, com os processos de inibição ou diminuição do foco atencional nos estímulos perceptivos irrelevantes à tarefa, capacidade de orientação da atenção referenciada pela pista e a manutenção da atividade atenta ao longo da execução. Em nosso estudo, tais características não foram consideradas como limitadoras para a aprendizagem motora, uma vez que as modificações no desempenho foram significativas em todas as avaliações. Os contextos mais dinâmicos proporcionados por alguns jogos conferem um cenário rico ao ambiente virtual, estimulando e desafiando as habilidades visuo-espaciais, a capacidade de orientar a atenção e manter a atividade atenta.

Em nossa experiência, tais características do ambiente virtual proporcionado pelos jogos, apesar de desafiadoras, são estimulantes para indivíduos com alterações cognitivas leves. Tais características devem ser controladas em caso de alterações mais graves e em diferentes domínios cognitivos.

O treinamento virtual utilizando os jogos selecionados mostrou-se efetivo para a aquisição e consolidação do aprendizado e sua retenção, por meio da manutenção dos ganhos ao longo das avaliações. A interferência do treinador e o treinamento bilateral simultâneo de membros superiores mostrou ser eficiente, por meio do desempenho crescente ao longo das avaliações, confirmando o aumento das habilidades motoras e conseqüentemente a

aquisição de memória implícita. Para Meiran e Cohen-Kadosh (2012) a seleção de uma tarefa e o preparo para execução imediata, é sustentada por uma representação da tarefa na memória de trabalho implícita.

Os indivíduos realizaram o treinamento utilizando ambos os membros superiores simultaneamente. Alguns autores defendem que o treinamento bilateral simultâneo de membros superiores favorece a recuperação funcional do MSP. Estudos em que pacientes com comprometimento de um hemisfério realizaram treinamento de atividades com ambos os membros superiores simultaneamente, relatam que o treinamento bilateral é uma estratégia para melhorar o controle e as funções do membro superior parético (Stinear e Ballow, 2004; Morris et al., 2008), facilitando a restauração do movimento e favorecendo o aumento da velocidade e da regularidade dos movimentos do MSP (Swinnen, 2008; Morris et al, 2008).

Dentre os estudos que utilizaram a RV para recuperação do MSP, apenas Lee et al., (2015) considerou a organização desta variável, aplicando treinamento bilateral de membros superiores em dois grupos. O grupo treinado com RV apresentou resultados superiores em relação à melhora da ativação cortical.

Diante disso, as diferentes metodologias para aplicação da RV em pacientes com sequelas crônicas de AVE dificultam a comparação dos resultados. Todavia, nossos resultados confirmam os benefícios da RV nessa população, caracterizando os potenciais da RV para induzir os processos de AM.

Nossa metodologia de treinamento baseou-se prioritariamente em princípios de AM, a fim de reunir estímulos que pudessem favorecer a recuperação motora do MSP e desta maneira organizarmos o uso desta ferramenta.

Consideramos importante destacar que a RV não pode ser considerada uma ferramenta para reabilitação de pacientes com sequelas neurológicas, na ausência do treinamento adequado. Os efeitos que repercutiram dessa abordagem foram conseqüentemente induzidos pela organização das pistas

explícitas e implícitas, pela seleção dos jogos para organização da prática e pela influência do fisioterapeuta que aplicou o treinamento.

Este estudo constituiu uma iniciativa para o embasamento teórico desta ferramenta. Em vista dos resultados, a RV apresenta grande potencial para favorecer a recuperação das funções motoras e do uso funcional do MSP nas atividades e participações sociais. Acreditamos que novos estudos possam destacar ainda mais os potenciais de cada jogo, seguindo um período de treinamento maior.

Este é o primeiro estudo a avaliar as características do treinamento virtual que influenciam na AM de indivíduos portadores de sequelas crônicas de AVE. Em nosso ponto de vista, as principais características foram levantadas, todavia uma possível limitação deste estudo seria o fato de não controlar essas variáveis, o que seria impossível, em vista de não existirem estudos evidenciando tais características. Futuros estudos devem abordar estes aspectos de maneira controlada e destacar seus devidos potenciais.

5.1 Implicações Clínicas

O principal objetivo deste estudo é fundamentar o uso da realidade virtual para a AM de portadores de sequelas crônicas de AVE. Os resultados demonstram que mesmo na fase crônica, esses indivíduos são capazes de aprender por meio dos jogos do NW, consolidar e reter esse aprendizado. O treinamento por meio dos jogos selecionados atinge pontos críticos para que os processos da AM sejam alcançados.

A realimentação por meio de feedback de resultados, tais como a apresentação da pontuação atingida na tela, efeitos que ocorrem no cenário ao atingir pontuações e a atribuições de medalhas são alguns dos exemplos que desafiam e estimulam o jogador.

Essencialmente por estes motivos a RV pode ser considerada uma ferramenta de aplicação clínica para a recuperação motora de pacientes com

sequelas crônicas de AVE que medeia os processos de AM e mantém o paciente motivado e constantemente desafiado, além de ser um dispositivo de baixo custo e fácil manipulação.

6. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados é possível concluir que o treinamento virtual se mostrou uma ferramenta eficiente para promover a aprendizagem motora, a consolidação e a retenção dos ganhos em indivíduos com sequelas crônicas de AVE. De acordo com nossa análise, a eficiência do treinamento virtual emerge da seleção adequada dos jogos e organização da prática, da presença de um fisioterapeuta responsável pela organização das demandas explícitas e implícitas e das características do ambiente virtual. O treinamento em ambiente virtual por meio dos jogos do NW se mostra efetivo por três aspectos principais: o primeiro está relacionado à manutenção do foco atencional externo, o segundo aos feedbacks de resultados promovidos pelos jogos e o terceiro ao grande número de repetições corretas executadas.

Novos estudos poderão contribuir com a construção de diretrizes para utilização desta ferramenta na reabilitação de portadores de sequelas crônicas de AVE, analisando de maneira dissociada a importância do direcionamento por pistas explícitas e pistas implícitas, bem como o direcionamento do foco atencional intrínseco ou extrínseco.

Referências Bibliográficas

Adamovich, et al. A virtual reality based exercise system for hand rehabilitation post-stroke: transfer to function. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2004; 7:4936-9.

Adams JA, A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior.* 1971; 3: 111-150

Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Hennerici MG. Classification of Stroke Subtypes. *Cerebrovasc Dis* 2009;27:493–501

Anderson, J.R., 1987. Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review* 94, 192-210.

Bang YS. The effects of task-oriented activities on the cognitive function and performance of activities of daily living in stroke patients. *Journal of Korean Society of occupational therapy* 2007; 15 (3): 49-61.

Bayona NA, Bitensky J, Salter K, Teasell R. The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Top Stroke Rehabil.* 2005;12:58–65.

Byblow WD, Stinear CM, Barber PA, Petoe MA, Ackerley SJ: Proportional recovery after stroke depends on corticomotor integrity. *Ann Neurol* 2015;78:848-859

Blackburn DJ, et al. Cognitive screening in the acute stroke setting. *Age and Ageing.* 2012: 1–4.

Bonaiuti D, Rebasti L, Sioli P. The constraint induced movement therapy: a systematic review of randomised controlled trials on the adult stroke patients. *Eura Medicophys.* 2007;43:139–146.

Bovend'Eerd T, Dawes H, Sackley C, Izadi H, Wade DT. An integrated motor imagery program to improve functional task performance in neurorehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:939–946.

Braun DA, Aertsen A, Wolpert DM, Mehring C: Motor task variation induces structural learning. *Curr Biol* 2009; 19:352-357.

Broeren J, et al. Virtual Rehabilitation in an Activity Centre for Community-Dwelling Persons with Stroke. *Cerebrovascular Disease*. 2008: 289-296.

Cameirão MS, et al. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2011:287-298.

Cirstea MC, Ptiito A, Levin MF. Arm reaching improvements with short-term practice depend on the severity of the motor deficit in stroke. *Exp Brains Res*. V. 152, n. 4, p.476-88, 2003.

Chen M H et al. A controlled pilot trial of two commercial video games for rehabilitation of arm function after stroke. *Clin. Rehabil*. 2014.

Chen, Z. (1998). Switching Attention Within and Between Objects: The Role of Subjective Organization. *Can. J. Exp. Psychol.*, 52 (1), 7-16

Choi, JH et al. Effectiveness of commercial gaming-based virtual reality movement therapy on functional recovery of upper extremity in subacute stroke patients. *Ann. Rehabil. Med*. 2014; 38: 485–493.

Connell L.A, McMahon NE., Harris JE, Watkins CL, Eng JJ. A formative evaluation of the implementation of an upper limb stroke rehabilitation intervention in clinical practice: a qualitative interview study. *Implementation Science*; 2014.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor – Teoria e aplicações práticas*. 3ª edição. Manole; 2010.

Costa EC, Nakatani AYK, Bachion MM. Capacidade de idosos da comunidade para desenvolver Atividades de Vida Diária e Atividades Instrumentais de Vida Diária. *Acta Paul Enferm*. 2006;19: 43-35.

Coupar F, Pollock A, van Wijck F, Morris J, Langhorne P. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010.

Crosbie JH et al. Virtual reality in stroke rehabilitation: Still more virtual than real. *Disability and Rehabilitation*. 2007; 29 (14):1139-1146.

Deutsch JE et al. Nintendo Wii Sports and Wii Fit Game Analysis, Validation, and Application to Stroke Rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2011; 18(6):701–719

Faria-Fortini I, Michaelsen SM, Cassiano JG, Teixeira-Salmela LF. Upper extremity function in stroke subjects: relationships between the International Classification of Functioning, Disability, and Health domains. *J Hand Ther*. 2011;24:257–264; quiz 265.

Fujii S, Lulic T, Chen JL. More Feedback Is Better than Less: Learning a Novel Upper Limb Joint Coordination Pattern with Augmented Auditory Feedback. *Front Neurosci*. 2016; 10: 251; Jun.

Fung J, Perez CF. Sensorimotor Enhancement with a Mixed Re:ality System for Balance and Mobility. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2011: 6753-7.

Gajdosik RL, Bohannon, RW. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther*. 1987; 67(12):1867-72.

Gatica RV, Mendez RG. Virtual reality interface devices in the reorganization of neural networks in the brain of patients with neurological diseases. *Neural Regen*. 2014; 9: 888-896.

Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge Point: A Framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning. *Journal of Motor Behavior*. 2004; 36: 212–224.

Halsband U, Freund HU. Motor learning. *Curr Opin Neurobiol*. 1993; 3: 940-9.

Halsband U, Lange Rk. Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. *J Physiol Paris*. 2006; 00: 414-24.

Hara Y. Brain Plasticity and Rehabilitation in Stroke Patients .J Nippon Med Sch. 2015; 82 (1)

Hendricks HT, Van LJ, Geuters AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. Arch. Phys. Med. Rehabil. 83, 1629-1637.

Hikosaka O, Nakamura K, Sakai K, Nakahara H. Central mechanisms of motor skill learning. Current Opinion in Neurobiology, 1993; 3: 217–222.

Hodges NJ, Franks IM. Modelling coaching practice the role of instruction and demonstration. J Sports Sci. 2002; 20: 793 – 811.

Hubbard IJ, Parsons MW, Neilson C, Carey LM. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice. Occup Ther Int. 2009;16:175–189.

Hurford R et al. Domain-specific trends in cognitive impairment after acute ischaemic stroke. J Neurol. 2013; 260: 237-41.

Imam. B. Jarus. T. Virtual Reality Rehabilitation from Social Cognitive and Motor Learning Theoretical Perspectives in Stroke Population. Rehabil Res Pract. 2014.

Jang SH. Motor recovery mechanisms in patients with middle cerebral artery infarct: a mini-review. Eur Neurol. 2012; 68 (4): 234-9.

Jarus T, Wughalter EH, Gianutsos JG. Effects of contextual interference and conditions of movement task on acquisition, retention, and transfer of motor skills by women. Perceptual and Motor Skills. 1996;84(1):179–193.

Joo LY et al. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. Journal Rehabilitation Medicine. 2010; 42: 437–441.

Kandel, ER. Cellular mechanisms of learning and the biological basis of individuality, in Principles of Neuroscience, eds E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessel (New York, NY: McGrawHill), 1247–1279.

Kandel ER. The molecular biology of memory cAMP, PKA, CRE, CREB-1, CREB-2 and CPEB. Molecular Brain. 2012; 5-14.

Kantak SS, Winstein CJ. Learning-performance distinction and memory process for motor skills: a focused review and perspective. *Behav Brain Res.* 2012; 228 (1): 219-31.

Karni A, Sagi D. Where practice makes perfect in texture discrimination: Evidence for primary visual cortex plasticity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* , 1991; 4966–4970.

Karni A, Meyer G, Jezzard P, Adams M, Turner R, Ungerleider LG. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning, *Nature.* 1995; 155–158.

Karni A. The acquisition of perceptual and motor skills: a memory system in the adult human cortex. *Cognitive Brain Research.* 1996; 5: 39-48.

Keisler A, Shadmehr R. A shared resource between declarative memory and motor memory. *J Neurosci.* 2010; 30: 14817-14823.

Kim BR, et al. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. *Ann Rehabil Med.* 2011;35: 450-9.

Kim SH, Park JH, Jung MY, Yoo EY. Effects of task-oriented training as an added treatment to electromyogram-triggered neuromuscular stimulation on upper extremity function in chronic stroke patients. 2016; *Occup. Ther.*

Koganemaru S et al. Recovery of upper-limb function due to enhanced use-dependent plasticity in chronic stroke patients. *Brain.* 2010; 3373— 3384.

Kolb B. Overview of cortical plasticity and recovery from brain injury. *Phys. Med. Rehabil. Clin. North Am.* 2003; 7—25.

Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol.* 2006; 19: 84–90.

Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: Issues for consideration. *Disabil Rehabil.* 2006; 28: 823-830.

Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJ. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*. 2003;34:2181–2186

Lang CE, Beebe JA. Relating movement control at 9 upper extremity segments to loss of hand function in people with chronic hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21:279–291.

Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet Neurology*. 2009;8 :741–754.

Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Stroke* 2012;43: 20-21.

Lee SH, Kim YM, Lee BH. Effects of virtual reality-based bilateral upper-extremity training on brain activity in post-stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2015 Jul; 27(7): 2285–2287.

Lledo P M, Alonso M, Grubb MS. Adult neurogenesis and functional plasticity in neuronal circuits. *Nature Reviews Neuroscience*, 2006; 179–193.

Magill RA, Hall KG. A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*.1990;9(3–5):241–289.

Malfait N, Gribble PL, Ostry DJ. Generalization of Motor Learning Based on Multiple Field Exposures and Local Adaptation. *J Neurophysiol* . 2005; 3327–3338.

Mayr, U., & Kliegl, R. (2000). Task-set switching and long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 1124–1140.

Mazzoni P, Krakauer JW. An Implicit Plan Overrides an Explicit Strategy during Visuomotor Adaptation. *Journal of Neuroscience*. 2006; 26(14):3642-5.

Medeiros MF, Calado F, Neves AMM. Jogabilidade assimétrica Uma análise do Nintendo Wii U. *SBC – Proceedings of SBGames*; 2013.

Meiran, N, Cohen-Kadosh, O. Working memory load but not multitasking eliminates the prepared reflex: Further evidence from the adapted flanker paradigm. *Acta Psychologica*, 2012; 139, 309–313.

Mehndiratta P, Smith SC, Worrall BB. Etiologic stroke subtypes: updated definition and efficient workup strategies. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2015; 17(1): 357

Mcardle PF, Kittner SJ, Ay H, Brown RD Jr, Meschia JF, Rundek T, et al. Agreement between TOAST and CCS ischemic stroke classification. The NINDS SIGN Study. *Neurology*. 2014.

Ministério da Saúde – Acidente vascular cerebral. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/19968>. Acesso em: 10 de Julho de 2016.

Morris JH et al. A Comparison of Bilateral and Unilateral Upper-Limb Task Training in Early Poststroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89: 1237-1245

Mouawad MR et al. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. *Journal Rehabilitation Medicine*. 2011; 43: 527-533.

Nakayama H, Jørgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Compensation in recovery of upper extremity function after stroke: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75:852–857

Nasreddine ZS et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005; 53:695-9.

National Clinical Guideline Centre (UK). Stroke Rehabilitation: Long Term Rehabilitation After Stroke. National Institute for Health and Clinical Excellence: Guidance . London: Royal College of Physicians (UK), 2013.

Nichols-Larsen DS, Clark PC, Zeringue A, Greenspan A, Blanton S. Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery. *Stroke* 2005; 36: 1480-4

Nudo RJ. Mechanisms for recovery of motor function following cortical damage. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2006; 638—644.

Ones K et al. Effects of age, gender, and cognitive, functional and motor status on functional outcomes of stroke rehabilitation. *NeuroRehabilitation*.2009; 25: 241-9.

Page SJ, Dunning K, Hermann V, Leonard A, Levine P. Longer versus shorter mental practice sessions for affected upper extremity movement after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2011;25:627– 637.

Prabhakaran S, Zarahn E, Riley C, Speizer A, Chong JY, Lazar RM, et al: Inter-individual variability in the capacity for motor recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22:64-71

Piemonte MEP, Gouvêa JXM, Perez DB, Miranda CS, Oliveira TP. Is it possible to transfer the gains by videogames training to motor function of upper limb in patients with stroke? In: World Confederation for Physical Therapy, 2015. Singapore.

Quaney BM et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009; 23: 879-85.

Rensink M, Shuurmans M, LindermanE, Hafsteinsdóttir T. Task-oriented training in rehabilitation after stroke: Systematic review. *Journal of Advanced Nursin.* 2009; 65 (9): 737-754.

Ribeiro, GLR. Fernandes, NMP. O design e a jogabilidade: Em busca do diferencial no game design. SBC – Proceedings of SBGames; 2013.

Rozanov S, Keren O, karni A. The specificity of memory for a highly trained finger movement sequence: Change the ending, change all.

Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010;41:1477-84.

Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*. 2011;42(5):1380–1386

Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Progress in Neurobiology*. 2004; 73 : 61-72.

Shea CH, Wulf G, Whitacre CA. Enhancing training efficiency and effectiveness through the use of dyad training. *Journal of Motor Behavior*. 1999;31:119–125.

Schmidt RA, Lee TD. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 4th ed. Champaign: human Kinetics, 2005.

Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychol Rev*. 1975;82:225- 260

Sieng YN, Stein J, Ning M, Black-Shaffer RM. Comparison of clinical characteristics and functional outcomes of ischemic stroke in different vascular territories. *Stroke*, v.38, p.2309-231^a,2007.

Smith MA, Shadmehr R. Intact ability to learn internal models of arm dynamics in Huntington's disease but not cerebellar degeneration. *J. Neurophysiol*. 2005; 2809 –2821.

Smith MA, Ghazizadeh A, Shadmehr R. Interacting adaptive processes with different timescales underlie short-term motor learning. *PLoS. Biol*. 2006.

Soderstrom NC, Bjork RA. Learning Versus Performance: An Integrative Review. *Perspectives on Psychological Science*. 2015; 10(2): 176 –199.

Skidmore ER, Whyte EM, Holm MB et al. Cognitive and affective predictors of rehabilitation participation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91:203-207.

Squire LR, Kandel RR. Memory: From mind to molecules. Scientific American Library, NW

Srivastava A, Taly AB, Gupta A, Murali T. Rehabilitation interventions to improve locomotor outcome in chronic stroke survivors: A prospective, repeated-measure study. *Neurology India*. 2015 ; 63: 3: 347-352

Stinear JW, Byblow WD. Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: a pilot study. *J. Clin. Neurophysiol*. 2004; 124–131.

Stroke -1989. Recommendations on stroke prevention, diagnosis, and therapy. Report of the WHO Task Force on Stroke and other Cerebrovascular Disorders. *Stroke*. 1989; 20: 1407–1431.

Swinnen SP. Intermanual coordination: from behavioural principles to neural-network interactions. *Nat. Rev. Neurosci*. 3, 350-361; 2002.

Tang A et al. Cognition and motor impairment correlates with exercise test performance after stroke. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2013; 45: .622-7.

Whitall J, Waller SM, Sorkin JD, Forrester LW, Macko RF, Hanley DF, Goldberg AP, Luft A. Bilateral and unilateral arm training improve motor function through differing neuroplastic mechanisms: a single-blinded randomized controlled trial. *Neurorehabil. Neural Repair*. 2011;25:118– 129

Wilson PN, Foreman N, Tlauka M. Transfer of spatial information from a virtual to a real environment in physically disabled children. *Disabil. Rehabil*. 1996; 18: 633-637

Winstein CJ Knowledge of results and motor learning-implications for physical therapy. *Phys Ther* 1991;71:140-149.

Winstein CJ et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2016;47

Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, et al: Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3-9

months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296:2095-2104

World Health Organization (WHO). Stroke Cerebrovascular accident. Disponível em: http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/. Acesso em: 15 de Julho 2016.

Wu CY, Chen YA, Lin KC, Chao CP, Chen YT. Constraint-induced therapy with trunk restraint for improving functional outcomes and trunk-arm control after stroke: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2012;92:483–492.

Wolf SL, Thompson PA, Winstein CJ, Miller JP, Blanton SR, NicholsLarsen DS, Morris DM, Uswatte G, Taub E, Light KE, Sawaki L. The EXCITE stroke trial: comparing early and delayed constraintinduced movement therapy. *Stroke*. 2010;41:2309–2315.

Wulf G, Shea CH, Whitacre CA. Physical guidance benefits in learning a complex motor skill. *Journal of Motor Behavior*. 1998;30: 367–380.

Yu KH, Cho SJ, Oh MS, et al. Cognitive imparment harmonization standards in a multicenter prospective stroke cohort in Korea. *Stroke* 2013; 44: 786-788

ANEXOS

A - MoCA

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Versão Experimental Brasileira
 Nome: _____ Data de nascimento: ___/___/___
 Escolaridade: _____ Data de avaliação: ___/___/___
 Sexo: _____ Idade: _____

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA		Copiar o cubo					Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)		Pontos
							[] [] [] Contorno Números Ponteiros		___5
NOMEAÇÃO							[] [] []		___3
MEMÓRIA	Leia a lista de palavras, o sujeito de repeti-la, faça duas tentativas. Evocar após 5 minutos.		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Sem Pontuação	
		14 tentativas							
		24 tentativas							
ATENÇÃO	Leia a sequência de números (1 número por segundo). O sujeito deve repetir a sequência em ordem direta. [] 2 1 8 5 4 O sujeito deve repetir a sequência em ordem indireta. [] 7 4 2								___2
	Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros. [] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B								___1
	Subtração de 7 começando pelo 100 [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65 4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto								___3
LINGUAGEM	Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. [] O gato sempre se esconde embaixo do sofá quando o cachorro está na sala. []								___2
	Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [] _____ (N ≥ 11 palavras)								___1
ABSTRAÇÃO	Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta [] trem - bicicleta [] relógio - régua								___2
EVOCAÇÃO TARDIA	Deve recordar as palavras SEM PISTAS	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS		
		[]	[]	[]	[]	[]			
OPCIONAL	Pista de categoria Pista de múltipla escolha								
ORIENTAÇÃO	[] Dia do mês [] Mês [] Ano [] Dia da semana [] Lugar [] Cidade								___6
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmento Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)								TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade ___30	

B – Escala de Ashworth Modificada

- | | |
|-----|---|
| 0 | Nenhum aumento no tônus muscular. |
| 1 | Leve aumento no tônus muscular manifestado pelo ato de prender e soltar ou por uma resistência mínima no final da amplitude de movimento (ADM) quando a parte afetada é movida em flexão ou extensão. |
| 1 + | Leve aumento no tônus muscular, manifestado pelo ato de prender, seguido de uma resistência mínima por todo o resto (menos da metade) da ADM. |
| 2 | Um aumento mais marcado no tônus muscular pela maior parte da ADM, mas a parte afetada é facilmente mobilizada. |
| 3 | Aumento considerável no tônus muscular com movimento passivo difícil. |
| 4 | Parte afetada rígida em flexão ou extensão. |

Escala de Ashworth Modificada (EAM).

C- FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. **NOME:**

 DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M F
 DATA NASCIMENTO:/...../.....
 ENDEREÇO Nº
 APTO:
 BAIRRO: CIDADE

 CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL **LEGAL**

 NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

 DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M F
 DATA NASCIMENTO.:/...../.....
 ENDEREÇO:..... Nº..... AP
 TO:
 BAIRRO:..... CIDADE:

 CEP:..... TELEFONE: DDD
 (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: APRENDIZADO E RETENÇÃO EM INDIVÍDUOS COM SEQUELAS CRÔNICAS DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO EM UM TREINAMENTO VIRTUAL: É POSSÍVEL APRENDER POR MEIO DE JOGOS?

PESQUISADOR : MARIA ELISA PIMENTEL PIEMONTE

CARGO/FUNÇÃO: DOCENTE INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 12863-F
 UNIDADE DO HCFMUSP: DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA,
 FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	<input checked="" type="checkbox"/>	RISCO MÉDIO	<input type="checkbox"/>
RISCO BAIXO	<input type="checkbox"/>	RISCO MAIOR	<input type="checkbox"/>

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : DOIS ANOS

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Este estudo tem como objetivo investigar se pessoas que tiveram Acidente Vascular Encefálico podem aprender por meio de jogos de um videogame, e melhorar os movimentos do braço que ficou mais fraco depois.

Caso o(a) Senhor(a) concorde em participar deste estudo, o(a) Senhor(a) passará por uma avaliação da movimentação e função do seu membro superior (braço) por meio de testes e de perguntas realizadas por um fisioterapeuta qualificado e treinado.

O treinamento consistirá em três encontros, no qual o senhor(a) com o auxílio de um fisioterapeuta, treinará 4 jogos do videogame Nintendo Wii®;

A possibilidade de riscos neste tratamento é mínima, sendo que, como o(a) Senhor(a) não está acostumado com os exercícios, pode sentir desconfortos mínimos, como, por exemplo, cansaço muscular.

Embora o objetivo deste estudo seja melhorar a movimentação do membro superior (braço) de pacientes que tiveram um Acidente Vascular Encefálico, como se trata de um estudo experimental não é possível garantir que o Senhor(a) perceba qualquer dessas melhoras.

Colocamo-nos a disposição para responder qualquer pergunta ou esclarecer qualquer dúvida sobre o estudo. A pesquisadora principal e orientadora é a fisioterapeuta Maria Elisa Pimentel Piemonte e as pesquisadoras executantes são as fisioterapeutas Danielle Borrego Perez, Joyce Xavier Muzzi de Gouvêa, Camila Souza Miranda e Tatiana de Paula Oliveira, que podem ser localizadas no endereço – Rua Cipotânea, 51 na Cidade Universitária ou pelo telefone (11) 3091-8427.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 2º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fm@usp.br.

O(A) Senhor(a) tem liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade das suas atividades aqui neste local.

O(A) Senhor(a) não terá sua identificação revelada, assim como seus dados serão confidenciais, tendo conhecimento somente as pessoas ligadas a este estudo. Toda informação sobre o andamento do estudo será repassada ao Senhor (a), mesmo que estes não sejam favoráveis.

Não haverá despesas pessoais para o(a) Senhor(a) em qualquer fase do estudo e também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se houver qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Caso lhe ocorram eventuais danos decorrentes da participação nesta pesquisa, o(a) senhor(a) terá direito a indenização conforme as leis vigentes no país.

Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para este estudo.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo” APRENDIZADO E RETENÇÃO EM INDIVÍDUOS COM SEQUELAS CRÔNICAS DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO EM UM TREINAMENTO VIRTUAL: É POSSÍVEL APRENDER POR MEIO DE JOGOS?”

Eu discuti com a Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte sobre a minha decisão em participar nesse estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

