



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
NÚCLEO DE TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS EM SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA EM SAÚDE

NAYRON MEDEIROS SOARES

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA
REABILITAÇÃO DO MEMBRO SUPERIOR EM PACIENTES PÓS AVC**

CAMPINA GRANDE – PB
2016

NAYRON MEDEIROS SOARES

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA
REABILITAÇÃO DO MEMBRO SUPERIOR EM PACIENTES PÓS AVC**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Neurologia, Neurofisiologia e Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Sandy Gonzaga de Melo

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S676a Soares, Nayron Medeiros

Avaliação de um sistema de realidade virtual para reabilitação do membro superior em pacientes pós-AVC [manuscrito] / Nayron Medeiros Soares. - 2016.

53 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.

"Orientação: Prof. Drº Sandy Gonzaga de Melo, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Realidade Virtual. 2. Acidente Vascular Cerebral (AVC).
3. Reabilitação I. Título.

21. ed. CDD 616.81

NAYRON MEDEIROS SOARES

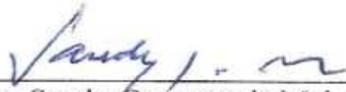
**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA
REABILITAÇÃO DO MEMBRO SUPERIOR EM PACIENTES PÓS AVC**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Neurologia, Neurofisiologia e Reabilitação.

Aprovada em: 30 / 03 / 2016

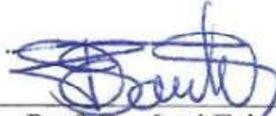
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Sandy Gonzaga de Melo (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José Esivaldo Santos
Escola Técnica Redentorista (ETER)

À minha família, pelo amor, dedicação, apoio, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos a minha mãe Elizaete, pelo amor que sempre me incentivou e apoiou a alcançar os meus sonhos.

Aos meu avô e minha avó, Manoel Clodoaldo e Maria Dalva pelos ensinamentos e a cada encontro reforçam meu alicerce. Obrigado por tudo!

Às minhas queridas irmãs Nayara e Narrycia, pelo amor, amizade e apoio a busca de conhecimentos e sempre estarem presentes na minha vida.

Ao meu querido sobrinho Fernando Mateus, pelas brincadeiras, descontrações, carinho e por todo amor.

À minha amada Gabriela Magalhães, pelo carinho, respeito, amor, paciência, apoio e companheirismo de todas as horas e por quem eu tenho enorme admiração.

Ao meu orientador professor Sandy Gonzaga de Melo pela confiança, dedicação e ensinamentos. Obrigado por todo aprendizado, foram dois anos de muito trabalho e amadurecimento.

À minha querida, eterna amiga e professora Doralúcia Pedrosa de Araújo (in memória) pelos ensinamentos e dedicação ao longo de minha vida científica e que sempre cuidou dos seus alunos como filhos.

Ao professor Danilo Vasconcelos pela disponibilidade, ensinamentos e inúmeras contribuições neste trabalho.

A todos os meus amigos que sempre me deram grande força, em especial Renata Italiano e Rosiêne Vieira. E a toda equipe do Laboratório de Motricidade Humana e Neurociências (LAMHNEC).

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde (PPCTS), pelo conhecimento facilitado e pela disponibilidade em ajudar.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pela oportunidade de estudo de qualidade. Agradecimento especial a todos os pacientes que participaram deste estudo e contribuíram para o desenvolvimento da ciência.

Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.

Augusto Cury

RESUMO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um distúrbio neurológico comum, classificado como a terceira causa de morte e a principal causa de incapacidade em longo prazo no mundo. A maioria dos sobreviventes possuem graus variados de sequelas. Com os avanços tecnológicos, a realidade virtual tem sido usada amplamente para cuidados e reabilitação no AVC. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a experiência e eficácia de um sistema de realidade virtual para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC. Trata-se de pesquisa de caráter experimental, descritiva, analítica, com abordagem quantitativa e qualitativa. Foi realizada pelo Laboratório de Neurociência e Comportamento Aplicadas, localizado no Departamento de Fisioterapia, situado no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. A amostra foi do tipo não probabilística por acessibilidade, composta por 03 pacientes pós-AVC. Além do jogo para treinamento dos participantes, foram utilizados os seguintes instrumentos para avaliação: Ficha de Avaliação clínica e experiência do paciente, Mini-Exame do Estado Mental, Caixa e Blocos, Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo e o Estimulador Magnético Transcraniano. Os dados obtidos foram expressos, descritivamente, em média, desvio padrão da média e porcentagem. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, os quais mostraram-se paramétricos. Para comparar os dois grupos, foi utilizado o teste “t” paramétrico. A análise inferencial foi realizada através do programa estatístico *GraphPad Prism 6.0*. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5% ($P < 0,05$) e intervalo de confiança de 95%. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba sob nº51638015.0.0000.5187. Os resultados desse estudo mostraram que o *Leap Motion Controller* é uma nova ferramenta de alto nível. A terapia proposta com o jogo foi bem recebida pelos pacientes. O uso intensivo a curto prazo, proporcionou a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados ($P = 0,0430$). No entanto, sugere-se que sejam realizados novos estudos com desenhos metodológicos randomizados e controlados com amostras maiores de pacientes pós-AVC.

PALAVRAS-CHAVE: Terapia de Exposição à Realidade Virtual, Acidente Vascular Cerebral, Reabilitação

ABSTRACT

Stroke is a common neurological disorder, classified as the third death cause and main cause of long-term disability worldwide. The majority of survivors has different levels of impairments. During the technological advancement, virtual reality has been widely used for care and rehabilitation on stroke. We proposed to evaluate the experience and effectiveness of a virtual reality system to promote the rehabilitation of the upper limb on post-stroke. This is an experimental, descriptive and analytical research with a quantitative and qualitative approach. This study was developed at Neuroscience and Behavior Laboratory (LaNeC), located in the Physical Therapy Department of State University of Paraíba. The sample was non-probabilistic for accessibility, composed by three post-stroke patients. Besides the game for training of participants, was used the following instruments for evaluation: Clinical Evaluation and patient experience Report, Mini-Mental State Examination, Box and blocks, Eye-Hand Coordination of Melo test and Transcranial Magnetic Stimulator. Data was expressed descriptively, on average, standard deviations and percentages. To verify the data normality was used Shapiro-Wilk test. To compare both groups was used parametric t-test. The inferential analysis was fulfilled by the statistic program GraphPad Prism version 6.0. In all analyzes was considered the significance level of 5% ($p < 0.05$) and 95% confidence interval. This study was approved by the Ethics Committee of the State University of Paraíba with protocol nº51638015.0.0000.5187. Our study shown that the Leap Motion Controller is a new tool of high level. The therapy proposed with the game was well-received by the patients. The short-term intensive use provided a decrease of the cortical motor threshold of the studied patients ($p=0,0430$). However, it suggests that new studies be conducted with randomized methodological designs and controlled with bigger sample of post-stroke patients.

KEYWORDS: Virtual Reality Exposure Therapy, Stroke, Rehabilitation.

FIGURAS

Figura 1	Teste da Caixa e Blocos, desenvolvido por Mathiowetz em 1985	23
Figura 2	Aparelho para realização do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo	23
Figura 3	<i>Leap Motion Controller</i>	24
Figura 4	Visão esquematizada do <i>Leap Motion Controller</i>	24
Figura 5	Jogo <i>Playgroung</i> do sensor de movimentos <i>Leap Motion Controller</i>	25
Figura 6	Organograma de execução das avaliações e intervenções.	25
Figura 7	Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral direito (não parético) antes e após as intervenções.	29
Figura 8	Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral esquerdo (parético) antes e após as intervenções.	29
Figura 9	Comparação entre o número de blocos deslocado com membro superior esquerdo (não parético), antes e após intervenções.	30
Figura 10	Comparação entre o número de blocos deslocado com membro superior direito (parético) por minuto, avaliado e reavaliado.	30
Figura 11	Comparação entre o tempo de execução Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo, antes e após intervenções com o jogo.	31

TABELAS

Tabela 1	CID 10. Código referente as doenças cerebrovasculares.	17
Tabela 2	Caracterização sociodemográfica dos pacientes pós-AVC.	28
Tabela 3	Resultados do questionário de avaliação da experiência dos pacientes pós-AVC depois da utilização do jogo.	32

ABREVIACOES

ATCOM	Teste de Coordenação culo-Manual de Melo
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CCBS	Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
CID	Classificação Internacional de Doenças
CEP	Comitê de tica em Pesquisa
DCVs	Doenças Cerebrovasculares
EMG	Eletromiografia
LaNeC	Laboratório de Neurociências e Comportamento Aplicadas
LED	<i>Light Emitter Diode</i>
LMC	<i>Leap Motion Controller</i>
LMR	Limiar Motor de Repouso
MEEM	Mini-Exame do Estado Mental
OMS	Organização Mundial da Saúde
RV	Realidade Virtual
SUS	Sistema nico de Saúde
TCB	Teste da Caixa e Blocos
TMS	Estimulação Magnética Transcraniana
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 JUSTIFICATIVA	15
3 OBJETIVOS.....	16
3.1 Objetivo Geral	16
3.2 Objetivo Específico	16
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.1 Acidente Vascular Cerebral.....	17
4.2 Plasticidade neuronal no pós-AVC.....	18
4.3 Jogos e Realidade Virtual no AVC.....	19
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
5.1 Tipo de Pesquisa.....	21
5.2 Local da Pesquisa	21
5.3 População e Amostra	21
5.4 Critérios para pesquisa.....	21
5.5 Instrumento de Coleta de Dados.....	22
5.6 Procedimento de Coleta de Dados.....	25
5.7 Processamento e Análise dos Dados	26
5.8 Aspectos Éticos	27
6 RESULTADOS	28
7 DISCUSSÃO	33
8 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	
ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL	
ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	
ANEXO D - MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL	
APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO	

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a taxa de mortalidade específica para doenças cerebrovasculares no ano de 2009 foi de 51,8 óbitos por 100.000 habitantes (BRASIL, 2009), estando classificada como uma das principais causas de mortalidade no país, seguida das neoplasias malignas (ARAÚJO, 2012). Dentre as doenças cerebrovasculares, o Acidente Vascular Cerebral (AVC) representa a maior causa de morbi-mortalidade no mundo (ITAQUY *et al.*, 2011; MINIÑO *et al.*, 2011).

A maioria dos sobreviventes possuem graus variados de sequelas motoras e/ou cognitivas (DOI; TURCHIARI; STOPIGLIA, 2007; SOARES; GALDINO; ARAÚJO, 2014). O comprometimento motor do membro superior é comum após um AVC, e pode ter impacto significativo na saúde funcional do indivíduo (COUPAR *et al.*, 2012). Além destes, diversos fatores podem interferir com a funcionalidade do membro superior, como por exemplo, a sequêcia anormal de ativação muscular, a presença de espasticidade, a perda da força muscular, destreza e coordenação (SOARES *et al.*, 2014). Por este motivo, a abordagem multidisciplinar deve ser considerada visando um melhor desempenho na recuperação desta população (ALBERT; KESSELRING, 2012).

Os avanços nos processos de reabilitação nesta população baseiam-se em conceitos de neuroplasticidade e reorganização cortical (SOARES *et al.*, 2014). Envolve a capacidade do sistema nervoso em desenvolver novas conexões, adquirindo novas funções e compensando a deficiência (TAKEUCHI; IZUMI, 2013). Estes avanços sugerem que o processo de recuperação é dinâmico e dependerá de fatores como a natureza da lesão e processos adaptativos do sistema nervoso (KALRA; RATAN, 2007). Para isto, são necessárias tarefas direcionadas às necessidades funcionais do paciente (BREWER *et al.*, 2013).

Embora, alguns pacientes consigam readquirir certa independência e controle motor, estudos têm demonstrado que a terapia de reabilitação física pode promover uma recuperação da função extremidade superior (SUNDERLAND *et al.*, 1992; FEYS *et al.*, 1998; CHEN; SHAW, 2014). No entanto, a eficácia das intervenções pode ser menos pronunciada na extremidade superior do que na extremidade inferior, pela requisição de ambos os membros inferiores na realização da marcha (BARD; HIRSCHBERG, 1965; SKILBECK *et al.*, 1983; JØRGENSEN *et al.*, 1995). Cerca de 50% dos pacientes persistem com déficits leves ou graves na função do membro superior 6 meses pós-AVC (JØRGENSEN *et al.*, 1995).

Nas últimas décadas, várias abordagens têm sido empregadas para induzir ambientes específicos de reabilitação através de jogos (PERRY *et al.*, 2010). No AVC, os jogos

baseiam-se em metodologias que priorizam a repetição e os padrões de movimentos normais (MOURA, 2012). Nesse sentido, a Realidade Virtual (RV) tem proporcionado novos desafios terapêuticos para tratamento e reabilitação pós-AVC (LAVIER *et al.*, 2011). Este sistema permite a interação do usuário com um mundo virtual criado no computador (SOARES *et al.*, 2014). A intensidade do exercício e o *feedback* positivo são manipulados e adequados às necessidades de cada paciente (MERIANS *et al.*, 2002). Além disso, pode fornecer um ambiente único, motivador e com estímulos específicos e tarefas direcionadas às necessidades de cada indivíduo (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2010; SAPOSNIK *et al.*, 2010) e induzir positivamente em mudanças adaptativas do cérebro (KLEIM, 2011).

O treinamento com RV parece ser uma abordagem promissora, especialmente na reabilitação do membro superior pós-AVC (SILVA *et al.*, 2011; TUROLLA *et al.*, 2013; BRUNNER *et al.*, 2014). Além dos ganhos funcionais, o processo de reabilitação através da RV, permite um maior envolvimento no programa, aproveitamento e sensação de controle sobre o ambiente pelos pacientes pós-AVC (FARROW; REID, 2004).

O sensor *Leap Motion Controller* é um *hardware* que permite por meio da RV controlar movimentos das mãos e dedos usando um computador, porém, não requer nenhum contato manual ou toque com o equipamento (KHADEMI *et al.*, 2014). É sistema confiável para medir o desempenho motor, como por exemplo, o tempo de reação, coordenação bimanual e trilha de movimento (TUNG *et al.*, 2015). Nesse sentido, avaliou-se a experiência e a eficácia do LCM, utilizando um jogo comercial para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC.

2 JUSTIFICATIVA

O AVC é um distúrbio neurológico que repercute na funcionalidade e na qualidade de vida dos sobreviventes (DOI; TURCHIARI; STOPIGLIA, 2007). Embora 75% dos pacientes consigam aprender a deambular novamente, cerca de 55% a 75% permanecem com problemas na função do membro superior (FEYS *et al.*, 1998). Estas alterações repercutem em queixas referidas pelos pacientes, devido ao fato deste segmento do corpo está envolvido em importantes funções durante atividades de vida diária (SALIBA *et al.*, 2008).

A eficácia das intervenções tem sido geralmente menos pronunciada na extremidade superior do que na extremidade inferior (BARD; HIRSCHBERG, 1965; SKILBECK *et al.*, 1983). Além disso, o processo de deambulação favorece a interação entre ambos os membros inferiores, enquanto diversas tarefas podem ser completadas apenas com um membro superior (SCHMIDT; LEE, 1999). Essa diferença pode refletir em complicações secundárias comuns no AVC, como por exemplo, a subluxação e dor no ombro (DROMERICK *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2011).

A reabilitação usando dispositivos de Realidade Virtual (RV) é um novo conceito para o cuidado de AVC (BARCALA *et al.*, 2013). Evidências indicam que o uso de jogos na reabilitação expandiu-se rapidamente nos últimos anos (WATTANASOONTORN *et al.*, 2013). A principal recomendação que pode promover a recuperação pós-AVC seria um programa de reabilitação de alta intensidade que associe práticas de tarefas específicas e repetitivas com o *feedback* do desempenho esperado, porém, devido à complexidade do processamento sensório-motor, não existe um consenso de quais especificidades devem ser seguidas (LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009).

Apesar de inúmeras aplicações da RV, ainda não há dados conclusivos desse sistema sobre as influências e variáveis na eficiência ou precisão com que diferentes populações de pacientes podem interagir nos danos causados pelo AVC no sistema sensório-motor (HOOGEN *et al.*, 20013; SCHAFER; USITINOVA, 2013). Na tentativa de atender a essa necessidade, avaliou-se um jogo comercial desenvolvido para o sensor de movimento *Leap Motion Controller*, promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC. Este sensor permite controlar os movimentos da mão e dedos, e indiretamente, também, do cotovelo e do ombro, através de um computador. Sem dúvidas, representa um dispositivo de entrada revolucionário em um ambiente gráfico, que permite estímulos sensórios-motores para reabilitação no pós-AVC.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a experiência e a eficácia de um sistema de realidade virtual para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar e comparar a excitabilidade cortical antes e após a intervenção com jogo;
- Investigar os efeitos na habilidade motora do treinamento regular com o jogo.
- Comparar o desempenho da coordenação óculo-manual antes e após a intervenção com jogo;
- Avaliar a experiência do usuário através de um questionário baseado na ISO 92241-11;

4 REFERENCIAL TEÓRICO

As Doenças Cerebrovasculares (DCVs) é um termo geral que abrange diferentes perturbações vasculares do cérebro (TRUELSEN; BEGG; MATHERS, 2003). As DCVs são a segunda causa de morte em todo o mundo, impactando 5,7 milhões por ano, e em 2005, representaram cerca de 10% de todos os óbitos mundiais, porém, estes eventos estão distribuídos principalmente em países não desenvolvidos ou em desenvolvimento (LOPEZ *et al.*, 2006). Estima-se que se não houver nenhuma intervenção, em 2030 o número de óbitos no mundo possa chegar a 7,8 milhões (STRONG, MATHERS, BONITA, 2007). Segundo o DATASUS do Ministério da Saúde, os diagnósticos das DCVs são referidos de acordo com a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. CID 10. Código referente as doenças cerebrovasculares (OMS, 2008).

I60	Hemorragia subaracnóidea
I61	Hemorragia intracerebral
I62	Outras hemorragias intracranianas não traumáticas
I63	Infarto Cerebral
I64	Acidente vascular cerebral, não especificado como hemorrágico ou isquêmico
I65	Oclusão e estenose de artérias pré-cerebrais que não resultam em infarto cerebral
I66	Oclusão e estenose de artérias cerebrais que não resultam em infarto cerebral
I67	Outras doenças cerebrovasculares
I68	Transtornos cerebrovasculares em doenças classificadas em outra parte
I69	Sequelas de doenças cerebrovasculares

4.1 Acidente Vascular Cerebral

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como o desenvolvimento rápido de sinais clínicos de distúrbios focais ou globais da função cerebral, com possível origem vascular e com duração de sintomas de mais que 24 horas (WHO, 1988). Trata-se de uma morbidade comum, classificada como a terceira causa de morte e a principal causa de incapacidade em longo prazo no mundo (ITAQUY *et al.*, 2011; MINIÑO *et al.*, 2011). Estimou-se em 2008, que nos Estado Unidos 18,8 bilhões de dólares sejam gastos para os cuidados com a incapacidade causada pelo AVC (ROGER *et al.*, 2012), porém, no Brasil estes dados ainda não são conclusivos.

O AVC pode ser caracterizado pela ruptura de vasos sanguíneos cerebrais (AVC hemorrágico) ou pela interrupção do fluxo sanguíneo para cérebro (AVC isquêmico), este último atinge cerca de 80% dos pacientes (FELGIN *et al.*, 2003; LAVADOS *et al.*, 2005; MINELLI; FEN; MINELLI, 2007). Os principais fatores de risco ligados ao AVC são a idade maior que 65 anos (ROGER *et al.*, 2012), doenças cardíacas, hipertensão arterial, etilismo, tabagismo e/ou consumo de drogas, hipercolesterolemia, obesidade e uso de anticoncepcionais (LO *et al.*, 2003). Nitidamente, é importante considerar estes fatores e modificar os hábitos de vida para reduzir o risco de um AVC.

Apesar das melhorias no tratamento agudo do AVC, mais de dois terços dos sobreviventes persistem com déficits neurológicos (ALBERT; KESSELRING, 2012). Estes déficits são determinados de acordo com a extensão, localização e circulação colateral de áreas adjacentes à lesão (KALRA; RATAN, 2007). Estas alterações podem repercutir em déficits motores, cognitivos e comportamentais (DOI; TURCHIARI; STOPIGLIA, 2007; SOARES; GALDINO; ARAÚJO, 2014).

Os déficits motores aparecerão no hemicorpo oposto ao local da lesão cerebral, a sequela mais frequente é a hemiparesia ou hemiplegia (ALEXANDER *et al.*, 2010), que pode repercutir em alterações da motricidade dos membros inferiores e superiores, limitações em atividades de vida diária e redução de atividades físicas cotidianas e que causam a dependência, que por sua vez, podem ainda, favorecer ao desenvolvimento de doenças secundárias (HOOGEN *et al.*, 2012).

Um importante marco no tratamento do AVC isquêmico agudo que aumentou a proporção de pacientes vivos foi o desenvolvimento de terapia baseada em trombolíticos, capazes de recuperar o fluxo sanguíneo cerebral. No entanto, esta terapia é mais eficaz nas primeiras horas, embora alguns pacientes podem se beneficiar até 6 horas após o acidente vascular cerebral (WARDLAW, 2012). Para que isto ocorra, é importante reconhecer os sinais e sintomas para recorrer ao atendimento emergencial.

4.2 Plasticidade neuronal no pós-AVC

Apesar dos avanços no tratamento, o AVC continua a ser uma das principais causas de incapacidade, a longo prazo, em todo o mundo (ITAQUY *et al.*, 2011; MINIÑO *et al.*, 2011). A recuperação no pós-AVC está diretamente relacionada plasticidade neuronal, que envolve a capacidade do sistema nervoso em desenvolver novas conexões, adquirindo novas funções e compensando a deficiência (TAKEUCHI; IZUMI, 2013). Portanto, os objetivos do

treinamento motor no pós-AVC devem ser direcionados às necessidades funcionais do paciente (BREWER *et al.*, 2013).

Evidências indicam um envolvimento da plasticidade neuronal quando se utiliza um treino específico para realização de tarefas (JANG *et al.*, 2003). O treino repetitivo para tarefa específica demonstra melhores ganhos funcionais quando comparados com um treino não repetitivo (MICHAELSEN; DANNENBAUM; LEVIN, 2006). Novas estratégias de reabilitação seguem o princípio da plasticidade e aprendizado motor, priorizando a tarefa de alta intensidade, repetição e práticas específicas de tarefas (GIL-GÓMEZ *et al.*, 2011).

Além disso, observa-se que a utilização de ferramentas baseadas na interface cérebro-máquina associadas ao treino motor, podem repercutir positivamente na performance do controle de movimento do membro superior em pacientes pós-AVC (PRASAD *et al.*, 2010).

4.3 Jogos e Realidade Virtual no AVC

A reabilitação tradicional para o AVC consiste na repetição automática de movimentos específicos, porém, este método pode se tornar repetitivo e sem rumo, reduzindo a motivação e a aderência ao tratamento (GIL-GÓMEZ *et al.*, 2011). Por este motivo, a abordagem multidisciplinar deve ser considerada visando um melhor desempenho na recuperação desta população (ALBERT; KESSELRING, 2012).

A Realidade Virtual (RV) e os jogos interativos surgem como novas propostas para tratamento e reabilitação no AVC (LAVIER *et al.*, 2011). A RV é capaz de fornecer um meio adequado para a realização de vários requisitos necessários para a intervenção e reabilitação eficaz (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2010; SAPOSNIK *et al.*, 2010). Além disso, fornecem um ambiente motivador, estímulos específicos e tarefas desafiadoras, e pode induzir positivamente nas mudanças adaptativas do cérebro (KLEIM, 2011).

A RV baseia-se em uma tecnologia computadorizada, que permite interagir com ambiente, no qual, a intensidade do exercício e o *feedback* positivo são manipulados e adequados às necessidades de cada paciente (KESHNER, 2004). A união entre a RV e os exercícios de aprendizado motor computadorizados possibilitam o *feedback* visual e orientação para o paciente (MERIANS *et al.*, 2002). Esse *feedback* visual pode contribuir para reabilitação, através do sistema de neurônios espelhos, ativado tanto na observação, quanto na execução do movimento (MUKAMEL *et al.*, 2010; RIZZOLATTI; FABBRI-DESTRO, 2010).

O treinamento com RV se apresenta promissor, especialmente na reabilitação do membro superior pós-AVC (SILVA *et al.*, 2011; TUROLLA *et al.*, 2013; BRUNNER *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2015). Além dos ganhos funcionais, o processo de reabilitação através da RV, permite um maior envolvimento no programa, aproveitamento e sensação de controle sobre o ambiente pelos pacientes pós-AVC (FARROW; REID, 2004).

Em um estudo piloto com 14 pacientes pós-AVC crônicos, HIJMANS *et al.* (2011) verificaram que os exercícios bilaterais oferecidos pelo controlador baseado no Nintendo Wii, promoveram ganhos significativos no desempenho motor ao final das intervenções de 8 a 10 sessões de 45 a 60 minutos. Em outro estudo, Yin *et al.* (2014), investigaram o desempenho motor da extremidade superior em pacientes pós-AVC agudo após intervenções com RV. Estes autores concluíram que o sistema promoveu melhores desempenhos motores no membro superior, além de ser agradável e sem efeitos adversos reportados.

A complexidade do processamento sensório-motor e cognitivo é uma questão que pode influenciar negativamente os resultados. Todavia, a principal recomendação que pode promover a recuperação após AVC seria um programa de reabilitação de alta intensidade que associe práticas de tarefas específicas e repetitivas com o *feedback* do desempenho esperado, no entanto, não existe um consenso para RV sobre este aspecto (LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009).

Apesar de inúmeras aplicações da RV, estudos devem ser direcionados para esclarecer melhor as influências das variáveis sobre a eficiência, precisão e interações dessas ferramentas em danos causados no sistema sensório-motor pelo AVC (HOOGEN *et al.*, 2013; SCHAFER; USITINOVA, 2013).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Tipo de Pesquisa

Pesquisa de caráter experimental, descritiva, analítica, com abordagem quantitativa e qualitativa.

5.2 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Neurociências e Comportamento Aplicadas (LANEC), localizado no Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), situado no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

5.3 População e Amostra

O universo foi constituído por pacientes que se encontram em tratamento fisioterapêutico em unidades de atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS) de Campina Grande – Paraíba. A amostra foi do tipo não probabilística por acessibilidade, composta por 03 pacientes pós-AVC.

5.4 Critérios para Pesquisa

Foram considerados os seguintes critérios para inclusão:

- Diagnóstico clínico de Acidente Vascular Cerebral, segundo a CID-10;
- Adultos maiores de 18 anos;
- Lesão isquêmica no hemisfério esquerdo;
- Tempo de lesão entre um e cinco anos de lesão;
- Hemiparesia;
- Escore ≤ 23 no Mini-Exame do Estado Mental (LOURENÇO; VERAS, 2006);
- Ser capaz de seguir instruções e tocar um objeto fixo na tela do jogo;
- Concordar em participar da pesquisa;
- Estabilidade de condições clínicas.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão

- Afasia de compreensão grave, que comprometesse o estudo;
- Outros transtornos neurológicos e/ou psiquiátricos associados;
- Uso de medicamentos/drogas que afetam o desempenho motor;
- Deficiência visual não corrigida, que comprometesse o estudo;

- Heminegligência;
- Presença de qualquer condição que impedisse a avaliação com a Estimulação Magnética Transcraniana (histórico de convulsão, epilepsia, marca-passo e uso de próteses metálicas – excluindo cavidade bucal).

5.5 Instrumento de Coleta de Dados

Inicialmente, os participantes foram avaliados uma única vez para rastreio cognitivo pelo Mini-Exame do Estado Mental e Ficha de Avaliação Clínica. Os participantes realizaram um treino para reabilitação do membro superior com Realidade Virtual usando a tecnologia *Leap Motion Controller*, durante 03 dias consecutivos. No primeiro e no terceiro dia, foram avaliados com a Caixa e Blocos, com o Aparelho para realização do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo e Estimulação Magnética Transcraniana. No último dia, foram avaliados com a parte da Ficha de Avaliação da Experiência do paciente.

O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) é um dos instrumentos mais utilizados no mundo para avaliar funções cognitivas, desenvolvido por Folstein e Folstein em 1974. O instrumento é de fácil utilização que consiste em uma breve entrevista dividida em duas sessões, a primeira parte com pontuação máxima de 21, contém questões relacionadas a orientação, memória e atenção, já a segunda parte com a pontuação máxima de 9, consiste em testes de habilidade para nomear, seguir comandos verbais e escritas, escrever uma frase espontaneamente e copiar um polígono complexo semelhante a uma figura Bender – Gestalt (FOLSTEIN E FOLSTEIN 1974). Em cada etapa, considera-se uma pontuação determinada de acordo com a tarefa e ao final, somam-se os escores (ANEXO D).

A Ficha de avaliação clínica é composta pela identificação do participante, dados clínicos e parâmetros dos instrumentos de avaliação (neurofisiológicos da TMS e Eletromiografia, como também, o da caixa e blocos) e questões relacionadas pontuações, experiência, satisfação e interação do participante com jogo (APENDICE A).

O Teste da Caixa e Blocos (TCB), desenvolvido em 1985 por Mathiowetz, é um teste confiável de simples aplicação que avalia a habilidade do membro superior (DESROSIERS *et al.*, 1994). A caixa contém uma divisória no meio, mais alta que as bordas laterais, formando assim, dois compartimentos de iguais dimensões e 150 blocos coloridos (cores primárias), (Figura 1).

Figura 1. Teste da Caixa e Blocos, desenvolvido por Mathiowetz em 1985.



Fonte: dados da pesquisa.

Ainda para a avaliação da habilidade manual e da coordenação óculo manual foi utilizado o Aparelho para realização do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo (ATCOM). Este aparelho de avaliação microcontrolado e especialmente desenvolvido para o teste, é constituído por um painel com sete figuras geométricas vazadas e sete pinos com as mesmas formas e com as mesmas dimensões das figuras vazadas e que devem ser encaixados, sequencialmente, nas formas correspondentes durante as etapas do teste. A facilidade de aplicação, rapidez e simplicidade deste teste, além de sua grande sensibilidade para detectar alterações motoras nos membros superiores, sugerem que ele seja um bom instrumento para verificar o grau de habilidade dos pacientes (Figura 2).

Figura 2. Aparelho para realização do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo.



Fonte: dados da pesquisa.

A Estimulação Magnética Transcraniana (TMS – do inglês *Transcranial Magnetic Stimulation*) tem sido amplamente utilizada, como uma ferramenta de baixo custo e segura (BAE *et al.*, 2007) para caracterizar de forma não invasiva a neurofisiologia cortical (BOGGIO *et al.*, 2006; ROSSINI; ROSSI, 2007). A TMS pode ser uma ferramenta de diagnóstico diferencial precoce e monitora a eficácia terapêutica (PIERANTOZZI *et al.*, 2004). Foi usado o Estimulador Magnético Transcraniano da *Neurosoft MS/D* com uma bobina em forma de oito para avaliação do Limiar Motor de Repouso (LMR).

O *Leap Motion Controller* (www.leapmotion.com) é um sensor de movimento (Figura 3), que permite controlar os movimentos da mão e dedos de uma interface virtual usando um computador (KHADEMI *et al.*, 2014). O dispositivo é constituído por duas câmeras IR monocromáticas de até 300 quadros por segundo e três *Light Emitter Diode* (LEDs) infravermelhos (Figura 4), dando ao dispositivo uma semi-esférica área de observação com uma distância de aproximadamente 1 metro (TAYLOR; CURRAN, 2016).

O *Playground* é um jogo 3D, que utiliza este sensor para manipular e capturar blocos para encaixar e formar as cabeças dos robôs, que dançam na tela em movimentos aleatórios (Figura 5).

Figura 3. *Leap Motion Controller* (TAYLOR; CURRAN, 2016).



Figura 4. Visão esquematizada do *Leap Motion Controller* (TAYLOR; CURRAN, 2016).

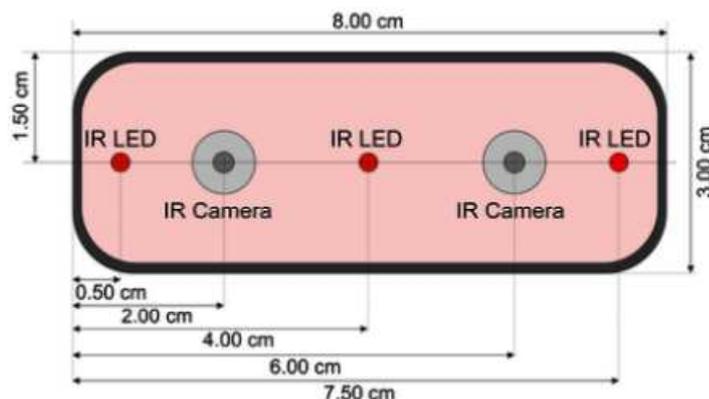
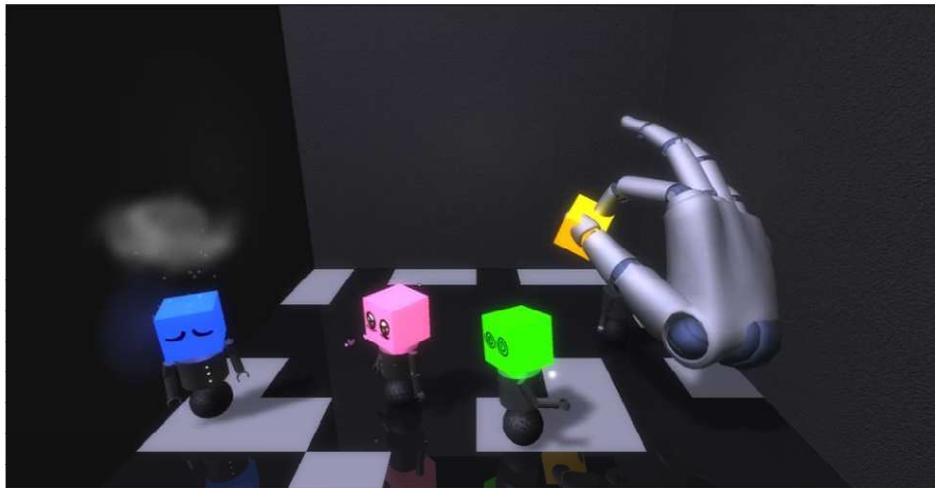


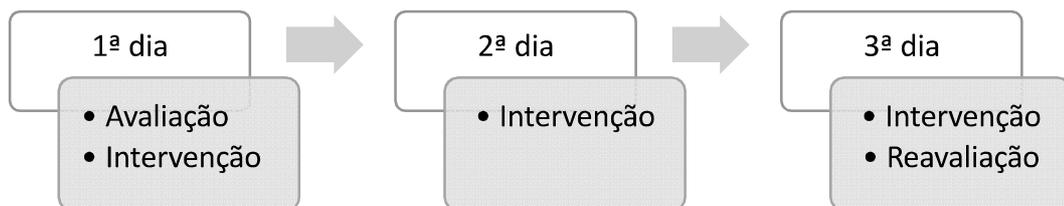
Figura 5. Jogo *Playground*® do sensor de movimentos *Leap Motion Controller* (Fonte: <http://blog.leapmotion.com/inside-leap-motion-designing-playground/>).



5.6 Procedimento de Coleta de Dados

Foi realizada uma triagem dos participantes pós-AVC, aqueles que estiveram adequados aos critérios de inclusão e concordaram participar da pesquisa, realizaram uma bateria de testes e fizeram intervenção. No primeiro dia, foram realizadas avaliações e intervenções, no segundo dia apenas intervenções e no terceiro dia as reavaliações e intervenções, conforme Figura 6.

Figura 6. Organograma de execução das avaliações e intervenções.



Inicialmente, o participante foi avaliado com o Teste da Caixa e Blocos e teve como objetivo levar cada bloco para o outro compartimento, começando sempre pelo lado dominante e repete-se o teste com o lado não dominante. Em cada aplicação, o paciente recebeu instruções, 15 segundos para realizar um treino e 1 minuto para realizar o teste. O resultado é expresso pela soma do número de blocos passados de um compartimento para outro durante 1 minuto (MATHIOWETZ *et al.*, 1985).

Ainda, para a avaliação da habilidade manual e da coordenação óculo manual foi usado o ATCOM. O teste total é realizado em três etapas (ciclos), entre as quais o avaliador

pode trocar a sequência da ordem e da posição espacial das formas geométricas, através de encaixes intercambiáveis no painel, no sentido de evitar vícios por memorização das posições das figuras.

Durante a aplicação do ATCOM, o aparelho realizou o acionamento sequencial aleatório automático das figuras vazadas a cada dois segundos, indicando-as através de luz sinalizadora (LED) e sinal sonoro, as quais deveriam ser preenchidas pelo paciente, com os pinos correspondentes e com a maior rapidez possível (durante o intervalo entre o acionamento das figuras, o avaliado permaneceu olhando para um ponto luminoso situado posterior ao aparelho e à altura horizontal, ajustável, dos seus olhos). O tempo decorrido entre o acionamento das figuras e o encaixe dos pinos correspondentes é cronometrado automaticamente pelo microcontrolador, que ao final do teste fornece no display o tempo gasto em cada ciclo e a média do tempo entre eles.

Logo após, para avaliação do Limiar Motor de Repouso (LMR), foram realizados estímulos com TMS modo pulso único no córtex motor, considerando a intensidade mínima de 5 estímulos de 10 tentativas, capaz de produzir movimentos musculares na mão contralateral (WILSON, KNOBLICH, 2005; ARAÚJO, 2007).

As intervenções foram realizadas com o jogo *Playground* do sensor de movimento *Leap Motion Controller*. Todos os pacientes foram orientados a usar apenas um membro superior e encaixar os blocos nas cabeças dos robôs em movimento, durante 15 minutos de jogo. Logo após, este procedimento era realizado com o outro membro. Em geral, as intervenções duraram 30 minutos. O jogo requiritava a utilização de movimentos de flexão-extensão do ombro, cotovelo, punho e mão, em direção ao objeto a ser capturado.

5.7 Processamento e Análise dos Dados

Os dados obtidos foram expressos, descritivamente, em média, desvio padrão da média e porcentagem. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, os quais se mostraram paramétricos. Para comparar os dois grupos, foi utilizado o teste “*t*” paramétrico. A análise inferencial foi realizada através do programa estatístico *GraphPad Prism* 6.0. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e intervalo de confiança de 95%.

5.8 Aspectos Éticos

Este trabalho aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sob o número 51638015.0.0000.5187. Foram cumpridas fielmente as diretrizes regulamentadoras emanadas da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve seres humanos e assinado o Termo de Compromisso do Pesquisador Responsável (ANEXO B). Os voluntários receberam todas as instruções necessárias a respeito do estudo e, ao acordarem com a participação, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A), elaborado em duas vias, sendo uma para o voluntário da pesquisa e uma para o pesquisador. O responsável institucional recebeu todas as informações a respeito da pesquisa e, ao acordar com a participação, assinou o Termo de Autorização Institucional (ANEXO C).

6 RESULTADOS

A amostra foi composta por 03 pacientes pós-AVC, com média de idade de $55,33 \pm 6,429$, variando entre 48 e 60 anos. Dois participantes eram do gênero masculino e uma do gênero feminino. Todos os participantes tiveram AVC isquêmico no hemisfério esquerdo. O tempo de ocorrência do AVC variou entre 1 ano e 6 meses até 5 anos (Tabela 2).

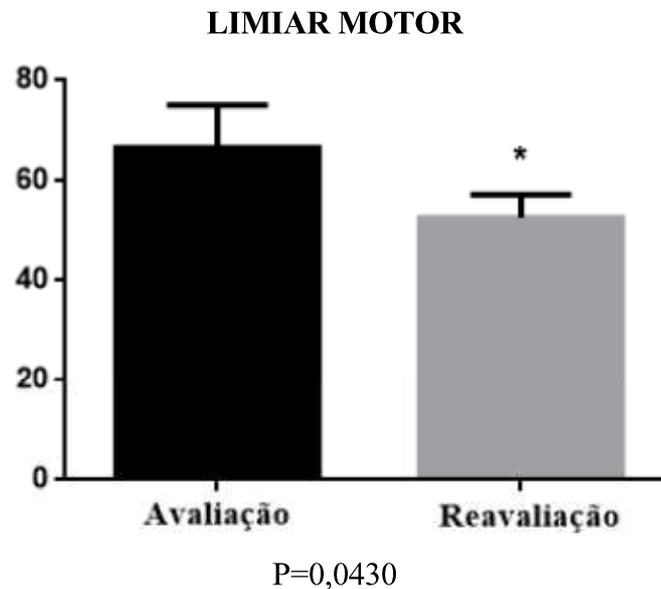
Tabela 2. Caracterização sociodemográfica dos pacientes pós-AVC.

VARIÁVEIS	Descrição da amostra n (%)
Gênero	
Masculino	2 (66,7)
Feminino	1 (33,3)
Estado civil	
Solteiro	1 (33,3)
Casado	2 (66,7)
Raça	
Branco	2 (66,7)
Negro	1 (33,3)
Profissão/Ocupação	
Aposentado	2 (66,7)
Motorista	1 (33,3)
Dominância lateral	
Destro	3 (100)
Ocorrências de AVC	
Uma vez	2 (66,7)
Cinco vezes	1 (33,3)
Hemisfério afetado	
Esquerdo	3 (100,0)
Tipo de AVC	
Isquêmico	3 (100,0)

Fonte: dados da pesquisa.

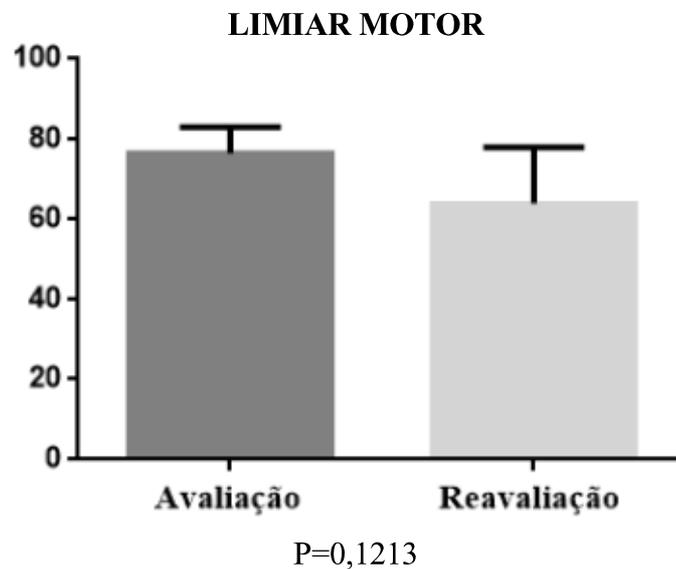
Quando o Limiar Motor cortical foi avaliado antes e após a intervenção com o jogo, pode-se observar redução estatisticamente significativa ($P=0,0430$) da excitabilidade cortical do hemisfério não afetado (Figura 7), porém, estatisticamente ($P=0,1213$) não foi possível observar essa redução no hemisfério afetado (Figura 8).

Figura 7. Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral direito (não afetado) antes e após as intervenções.



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 8. Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral esquerdo (**afetado**) antes e após as intervenções.

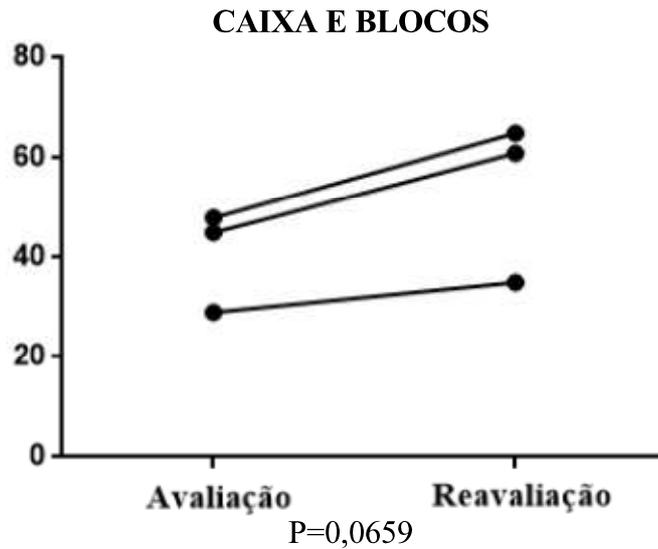


Fonte: dados da pesquisa.

Comparando o desempenho da habilidade manual durante a execução da tarefa com a Caixa e Blocos, pode-se observar que com o membro superior esquerdo (não parético), todos os participantes conseguiram deslocar uma maior quantidade de blocos de um compartimento para o outro após as intervenções com o Jogo (Figura 9), porém, não foi possível observar diferença estatística ($P=0,0659$). Também, com a mesma avaliação para o

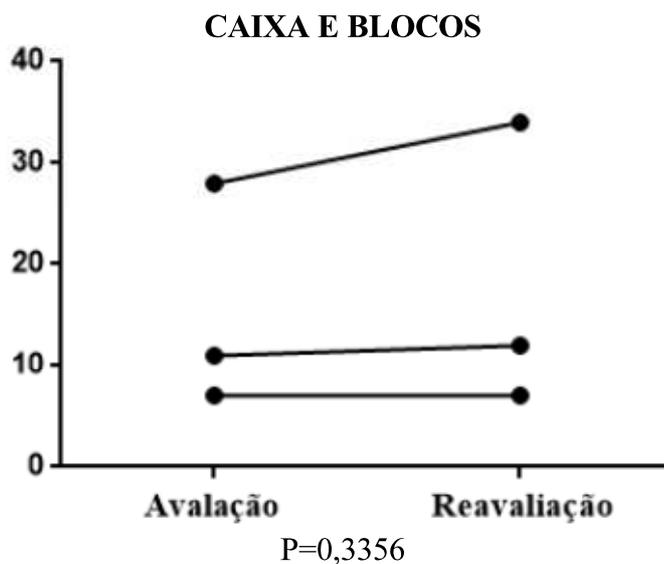
membro parético, pode-se observar que dois participantes deslocaram uma quantidade de blocos superior a avaliação (Figura 10), porém, não foi possível observar diferença estatística ($P=0,3356$).

Figura 9. Comparação entre o número de blocos deslocado com membro superior esquerdo (não parético), antes e após intervenções.



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 10. Comparação entre o número de blocos deslocado com membro superior direito (parético) por minuto, avaliado e reavaliado.

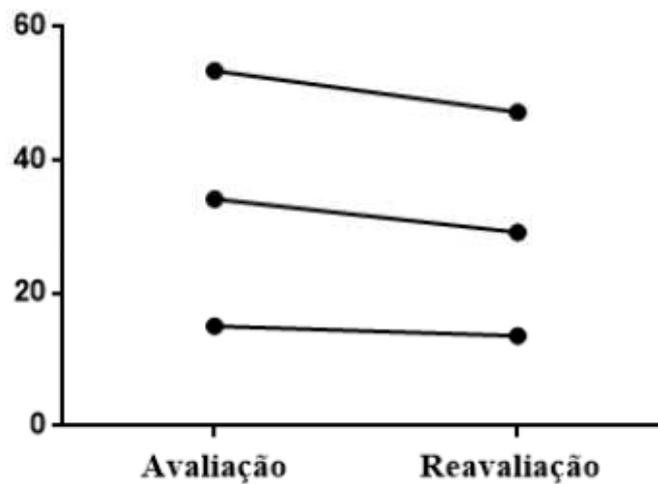


Fonte: dados da pesquisa.

Quando comparado o desempenho do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo, pode-se observar que todos os participantes reduziram o tempo de execução dessa tarefa (Figura 11), porém, não foi possível observar diferença estatística ($P=0,0983$).

Figura 11. Comparação entre o tempo de execução Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo, antes e após intervenções com o jogo.

TESTE DE COORDENAÇÃO ÓCULO-MANUAL DE MELO



$P=0,0983$

Fonte: dados da pesquisa.

Quando avaliada a experiência do usuário com o jogo por um questionário, pode-se observar que os participantes se sentiram habilidosos e jogariam novamente durante um período maior. Também, acharam importante que o jogo pudesse avisar quando cometesse algum erro. Todos informaram que o sensor localizou a mão e a reproduz na tela facilmente. Conforme descrito, apenas uma participante se sentiu um pouco estressada com o jogo e nenhum considerou o tempo da sessão longo demais, cansativo ou entediante (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados do questionário de avaliação da experiência dos pacientes pós-AVC depois da utilização do jogo.

	Muito	Razoável	Pouco	Não
Você se envolveu com o jogo?	66,7%	33,3%		
O Jogo é fácil de entender?	66,7%	33,3%		
Você se sentiu estressado em qualquer momento do jogo?			33,3%	66,7%
Você se sentiu habilidoso, enquanto estava jogando o aplicativo?	100%			
Os blocos para formar as cabeças dos robôs são facilmente capturados e manipulados?	66,7%	33,3%		
Você usaria o jogo novamente?	100%			
A aplicação lhe causou algum tipo de fadiga muscular?			33,3%	66,7%
			Sim	Não
Você achou fácil a utilização dos movimentos?			66,7%	33,3%
É importante que o jogo lhe avise quando você cometer um erro?			100%	
Você acredita que poderia continuar jogando no aplicativo por um longo tempo?			100%	
Você achou fácil a realização dos movimentos requisitados pelo jogo?			100%	
O dispositivo localiza sua mão no sensor e a reproduz na tela do jogo com facilidade?			100%	

Fonte: dados da pesquisa.

7 DISCUSSÃO

Neste estudo experimental, testou-se a eficácia e a experiência do usuário utilizando o controlador de movimentos *Leap Motion Controller (LMC)*, que permite simular de forma ágil e precisa os movimentos das mãos dos pacientes em um ambiente virtual (KHADEMI, *et al.*, 2014). O jogo utilizado nessa pesquisa é comercial e tem particularidades gerais para indivíduos saudáveis.

A reabilitação motora do membro superior é implementada através de movimentos requisitados pelo jogo *Playground*. Esse *feedback* visual pode contribuir para reabilitação, através do sistema de neurônios espelhos, ativado tanto na observação, quanto na execução do movimento (MUKAMEL *et al.*, 2010; RIZZOLATTI; FABBRI-DESTRO, 2010).

Este estudo mostra que os efeitos neurofisiológicos com utilização do sensor de movimento e do jogo, durante um curto prazo de treinamento, promoveram a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados. No mesmo sentido, evidências indicam que a recuperação funcional no córtex afetado envolve mudanças na excitabilidade cortical (CLARKSON; CARMICHAEL, 2009). Este aumento da excitabilidade e a redução do limiar motor cortical promovem melhores desempenhos na função do membro afetado em pacientes pós-AVC (HUMMEL; COHEN L, 2006; ALONSO-ALONSO; FREGNI; PASCUAL-LEONE, 2007;).

Apesar de não ser possível corroborar os efeitos positivos da intervenção intensiva na habilidade manual com os testes estatísticos, todos os participantes deste estudo melhoram o desempenho do número de blocos com o membro não parético, como também, a maioria com o membro parético. Dessa forma, este estudo sugere tendências positivas no desempenho da habilidade manual. Os resultados obtidos corroboram com estudos que relatam que este aprendizado motor, só é possível devido à capacidade de reorganização e plasticidade do cérebro (WOLDAG; HUMMELSHEIM, 2002; KROUCHEV; KALASKA, 2008), e a interação das vias contralaterais e ipsilaterais para promover a recuperação motora (TIMMERMANS *et al.*, 2009; JANG, 2009).

Em um estudo piloto com o LMC, foram recrutados 14 pacientes com pós-AVC crônicos para jogar *Fruit Ninja* modificado. Os autores observaram alta correlação com os escores da avaliação clínica com a escala de *Fugl-Meyer* e o Teste da Caixa e Blocos, e sugeriram que a utilização deste sensor de movimento com o jogo pode promover melhoras na função do membro superior desses pacientes (KHADEMI *et al.*, 2014). Estas evidências corroboram com outros estudos que indicam os efeitos terapêuticos da Realidade Virtual

promissores e podem sugerir melhoras na reabilitação motora do membro superior (SOARES *et al.*, 2014; THOMSON *et al.*, 2014).

A coordenação óculo-manual envolve o controle coordenado do movimento dos olhos e da mão, processando informações para orientar e manipular objetos (TSANG *et al.*, 2013). Pode-se observar neste estudo resultados positivos, todos os pacientes reduziram o tempo de execução no Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo. Entretanto, não foi possível corroborar os efeitos positivos com testes estatísticos devido ao tamanho da amostra pequeno. Dessa forma, sugere-se que novos estudos devam ser executados para explorar os efeitos em amostras maiores.

Durante o estudo, não se observou nenhum efeito adverso ou intercorrência que compromettesse a segurança do paciente. Essa ausência de efeitos adversos corrobora o levantamento realizado por Laver *et al.* (2011) sobre o uso da RV para melhorar o desempenho de atividades em pacientes pós-AVC, onde destacou poucos e pequenos relatos de eventos adversos.

Em poucos momentos do jogo, o rastreamento dos dedos foi perdido durante alguns segundos na realização do movimento, porém, não afetou o treinamento do paciente. Este mesmo problema foi apontado por Iosa *et al.* (2015) quando a mão e os dedos são sobrepostos ou enrolados por causa da grave espasticidade.

Na avaliação da experiência do jogo, pode-se observar que mesmo com as limitações, os pacientes relataram se sentirem habilidosos e utilizariam a aplicação por um tempo maior. A RV segundo González-Fernández *et al.* (2010) pode fornecer um ambiente único, motivar e proporcionar melhores adesões ao tratamento.

De modo geral, os participantes relataram que o LMC localizou a mão facilmente e reproduziu na tela do computador, como também, os objetos foram manipulados com facilidade. Um estudo realizado por Weichert *et al.* (2013) descobriram alta precisão do LMC de 0,7 milímetros, enquanto o dispositivo *Microsoft Kinect*, não é capaz de alcançar esta precisão (WEICHERT *et al.*, 2013).

Apesar do um relato sobre fadiga muscular e pouca sensação de estresse durante o jogo, os pacientes relataram que não influenciou no desempenho durante as intervenções.

Os resultados mostraram que a LMC é uma nova ferramenta de alto nível que proporciona a participação ativa, que pode ser eficaz no processo de reabilitação do membro superior em pacientes pós-AVC. Os resultados positivos encontrados neste estudo piloto possibilitam a reflexão para a realização de novos estudos.

8 CONCLUSÃO

Pode-se acreditar no potencial do *Leap Motion Controller* para promover a reabilitação em pacientes com sequelas de um AVC. Este dispositivo, junto com o jogo *Playgroung*, pareceu ser preciso no treinamento realizado.

A terapia proposta com o jogo foi bem recebida pelos pacientes testados. O uso intensivo, a curto prazo, proporcionou a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados. Por conseguinte, houve tendência positivas na realização de atividades que exigiam a habilidade manual e óculo-manuais.

Sugere-se que sejam realizados novos estudos com desenhos metodológicos randomizados e controlados com amostras maiores de pacientes pós-AVC.

REFERÊNCIAS

ALBERT, S. J.; KESSELRING, J. Neurorehabilitation of stroke. **J Neurol.** v. 259, n. 5, p. 817-32, 2012.

ALEXANDER, L. D.; BLACK, S. E.; GAO, F.; SZILAGYI, G.; DANELLS, C. J.; MCILROY, W. E. Correlating lesion size and location to deficits after ischemic stroke: the influence of accounting for altered peri-necrotic tissue and incidental silent infarcts. **Behav Brain Funct.** v. 19; n. 6, p. 6, 2010.

ALONSO-ALONSO M.; FREGNI, F.; PASCUAL-LEONE, A. Brain stimulation in poststroke rehabilitation. **Cerebrovasc Dis.** v. 24, n. 1, p. 157-166, 2007.

ARAÚJO, D. P. de. **Determinação e modulação da excitabilidade cortical pela estimulação magnética transcraniana.** Tese de Doutorado – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2007, 97p.

ARAÚJO, J. D. de. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde.** v. 21, n. 4, p. 533-538, 2012.

BAE, E. H.; SCHRADER, L. M.; MACHII, K.; ALONSO-ALONSO, M.; RIVIELLO, J. J. JR.; PASCUAL-LEONE A.; *et al.* Safety and tolerability of repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with epilepsy: a review of the literature. **E&B.** v. 10, n. 4, p. 521-8, 2007.

BARD, G.; HIRSCHBERG, G. Recovery of voluntary motion in upper extremity following hemiplegia. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 46, p. 567–572, 1965.

BARCALA, L.; GRECCO, L. A.; COLELLA, F.; LUCARELI, P. R.; SALGADO, A. S.; OLIVEIRA, C. S. Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. **J Phys Ther Sci.** v. 25, n. 8, p. 1027-32, 2013.

BOGGIO, P. S.; FREGNI, F.; RIGONATTI, S. P.; MARCOLIN, M. A.; SILVA, M. T. A. Estimulação magnética transcraniana na neuropsicologia: novos horizontes em pesquisa sobre o cérebro. **Rev Bras Psiquiatr.** v. 28, n. 1, p. 44-49, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) e IBGE, 2009.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2011/c08.def>>. Acesso em: 04 de março de 2015.

BREWER, F. H.; HICKEY, A.; WILLIAMS, D. Stroke rehabilitation: recent advances and future therapies. **QJM**, v. 106, n. 1, p. 11–25, 2013.

BRUNNER, I.; SKOUEN, J. S.; HOFSTAD, H.; STRAND, L. I.; BECKER, F.; SANDER, A. M. *et al.* Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES): study protocol for a randomized controlled multicenter trial. **BMC Neurol**. p. 14:186, 2014.

CHEN, J. C.; SHAW, F. Z. Progress in sensorimotor rehabilitative physical therapy programs for stroke patients. *World J Clin Cases*. v. 2, v. 8, n. 316–326, 2014.

CLARKSON A. N.; CARMICHAEL S. T. Cortical excitability and post-stroke recovery. **Biochem Soc Trans**. v. 37, n. 6, p. 1412-1414, 2009.

COSTA, T. H.; SOARES, N. M.; REIS, W. A.; BUBLITZ, F. M. A systematic review on the usage of games for healthcare. **Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), 2015 IEEE 5th International Conference on**. p. 480-484, 2015.

COUPAR, F.; POLLOCK, A.; ROWE, P.; WEIR, C.; LANGHORNE, P. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. **Clin Rehabil**. v. 26, n.4, p. 291-313, 2012.

DESROSIERS, J.; BRAVO, G.; HÉBERT, R.; DUTIL, E.; MERCIER, L. Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies. **Arch Phys Med Rehabil**. v.75, n.7, p.751-755, 1994.

DROMERICK, A. W.; EDWARDS, D. F.; KUMAR, A. Hemiplegic Shoulder Pain Syndrome: Frequency and Characteristics During Inpatient Stroke Rehabilitation. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 89, p. 1589-1593, 2008.

DOI, K. Y.; TURCHIARI, M. A.; STOPIGLIA, M. O impacto do acidente vascular encefálico na qualidade de vida dos pacientes acompanhados em uma clínica de fisioterapia universitária. **Rev Inst Ciênc Saúde**. v.25, n.1, p. 23-28, 2007.

FARROW, S.; REID D. Stroke survivors' perceptions of a leisure-based virtual reality program. **Technol Disabil**. v. 16, n. 2, p. 69-81, 2004.

FELGIN, V. L.; LAWES, C. M. M.; BENNETT, D. A.; ANDERSON, C. S. Stroke epidemiology: a review of population-based studies in incidence, prevalence and case-fatality in the late 20th century. **Lancet Neurol**. v.2, n. 1, p.43–53, 2003.

FEYS, H. M.; DE WEERDT, W. J.; SELZ, B. E.; COX STECK, G. A.; SPICHIGER, R.; VEREECK, L. E.; *et al.* Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single blind, randomized, controlled, multicenter trial. **Stroke**. v. 29, p. 785–792, 1998.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinicians. **J. Psychiatr. Res.** v.12, n.3, p.189-198, 1974.

GIL-GÓMEZ, J. A.; LLORÉNS, R.; ALCANIZ, M.; COLOMER, C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. **J Neuroeng Rehabi.** v.8, p.30, 2011.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, M.; GIL-GÓMEZ, J. A.; ALCANIZ, M.; NOÉ, E.; COLOMER, C. eBaViR, Easy Balance Virtual Rehabilitation System: a Study with Patients. **Stud Health Technol Inform.** v.154, p.61-66, 2010.

HIJMANS, J. M.; HALE, L. A.; SATHERLEY, J. A.; MCMILLAN, N. J.; KING, M. J. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller. **J Rehabil Res Dev.** v. 48, n. 8, p. 1005-13, 2011.

HOOGEN, W. V. D.; FEYS, P.; LAMERS, I.; CONINX, K.; NOTELAERS, S.; KERKHOF, L. *et al.* Visualizing the third dimension in virtual training environments for neurologically impaired persons: beneficial or disruptive? **J Neuroeng Rehabi.** v.9, n.1, p.73, 2012.

HUMMEL, F. C.; COHEN L. G. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? **Lancet Neurol.** v. 5, n. 8, p. 708-712, 2006.

IOSA, M.; MORONE, G.; FUSCO, A.; CASTAGNOLI, M.; FUSCO, F. R.; PRATESI, L.; PAOLUCCI, S. Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study. **Top Stroke Rehabil.** v. 22, n. 4, p. 306-16, 2015.

ITAQUY, R. B.; FAVERO, S. R.; RIBEIRO, M. de C.; BAREA, L. M.; ALMEIDA, S. T.; MANCOPES, R. Dysphagia and cerebrovascular accident: relationship between severity degree and level of neurological impairment. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v.23, n.4, pp. 385-389, 2011.

JANG, S. H. A review of the ipsilateral motor pathway as a recovery mechanism in patients with stroke. **NeuroRehabilitation.** v. 24, n. 4, p. 315-20, 2009.

JANG, S. H.; KIM, Y. H.; CHO, S. H.; LEE, J. H.; PARK, J. W.; KWON, Y. H. Cortical reorganization induced by task-oriented training in chronic hemiplegic stroke patients. **NeuroReport**. v. 14, n. 1, p. 137–141, 2003.

JØRGENSEN HS, NAKAYAMA H, RAASCHOU HO, OLSEN TS. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 76, n. 27–32, 1995.

KALRA, L.; RATAN, R. Recent advances in stroke rehabilitation 2006. **Stroke**. v. 38, n. 2, p. 235-7, 2007.

KESHNER, E. A. Virtual reality and physical rehabilitation: a new toy or a new research and rehabilitation tool? **J Neuroengineering Rehabil**. v. 1, n. 8, 2004.

KHADEMI, M.; MOUSAVI HONDORI, H.; MCKENZIE, A.; DODAKIAN, L.; LOPES, C.; CRAMER, S. Free-hand interaction with leap motion controller for stroke rehabilitation. **CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. p. 1663-1668, 2014.

KLEIM, J. A. Neural plasticity and neurorehabilitation: teaching the new brain old tricks. **J Commun Disord**. v. 44, p. 521-528, 2011.

KROUCHEV NI, KALASKA JF. Virtual worlds and games for rehabilitation and research. **Virtual Rehabil**. p. 113-20, 2008.

LANGHORNE P, COUPAR F, POLLOCK A. Motor recovery after stroke: a systematic review. **Lancet Neurol**. v.8, n.8, p.741–754, 2009.

LAVADOS, P. M.; SACKS, C.; PRINA, L.; ESCOBAR, A.; TOSSI, C.; ARAYA, F. *et al.* Incidence, 30-day case-fatality rate, and prognosis of stroke in Iquique, Chile: a 2-year community-based prospective study (PISCIS project). **Lancet**. v.365, n.9478, p.2206-2215, 2005.

LAVER, K. E.; GEORGE, S.; THOMAS, S.; DEUTSCH, J. E.; CROTTY, M. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane Database Syst Rev**. v. 7, n. 9, p.:1-73, 2011.

LO EH, DALKARA T, MOSKOWITZ MA. Mechanisms, challenges and opportunities in stroke. **Nat Rev Neurosci**. 2003 May;4(5):399-415.

LOPEZ, A. D.; MATHERS, C. D.; EZZATI, M.; JAMISON, D. T.; MURRAY, C. J. Global burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. **Lancet**. v. 367, p.1747-57, 2006.

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. **Rev Saúde Pública**. v. 40, n. 4, p.712 -9, 2006.

MATHIOWETZ, V.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N.; WEBER, K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. **J Occup Ther**. v.39, n. 6, p. 386- 391, 1985.

MERIAN, A. S.; JACK, D.; BOIAN, R.; TREMAINE, M.; BURDEA, G. C.; ADAMOVICH, S. V.; *et al.* Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. **Phys Ther**. v. 82, n. 9, p. 898-915, 2002.

MICHAELSEN, S. M.; DANNENBAUM, R.; LEVIN, M. F. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. **Stroke**. v. 37, n. 1, p. 186–192, 2006.

MINELLI, C.; FEN, L. F.; MINELLI, D. P. Stroke incidence, prognosis, 30-day, and 1-year case fatality rates in Matão, Brazil: a population-based prospective study. **Stroke**. v.38, n.11, p.2906-2211, 2007.

MINIÑO, A. M.; MURPHY, S. L.; XU, J.; KOCHANNEK, K. D. Deaths: final data for 2008. **Natl Vital Stat Rep**. v.59, n.10, 2011.

MOURA, D. M. S. **Proposta de intervenção para auxiliar a reabilitação motora e cognitiva de pacientes com acidente vascular cerebral**. 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2012.

MUKAMEL, R.; EKSTROM, A. D.; KAPLAN, J.; IACOBONI, M.; FRIED, I. Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. **Curr Biol**. p. 750-756, 2010.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10)**. 8ª ed. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2008. vol.2.

PERRY, J. C.; ANDUREU, J.; CAVALLARO, F. I.; VENEMAN, J.; CARMEN, S.; KELLER, T. Effective game use in neurorehabilitation: usercentered perspectives. **Handbook**

of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games, IGI Global. 2010.

PIERANTOZZI, M.; PANELLA, M.; PALMIERI, M. G.; KOCH, G.; GIORDANO, A.; MARCIANI, M. G.; *et al.* Different TMS patterns of intracortical inhibition in early onset Alzheimer dementia and frontotemporal dementia. **J Clin Neurophysiol.** v. 115, n. 10, p. 2410-2418, 2004.

PRASAD, G.; HERMAN, P.; COYLE, D.; MCDONOUGH, S.; CROSBIE, J. Applying a brain-computer interface to support motor imagery practice in people with stroke for upper limb recovery: a feasibility study. **J Neuroeng Rehabi.** v. 7, n. 1, p. 17, 2010.

ROGER, V. L.; GO, A. S.; LLOYD-JONES, D. M.; BENJAMIN, E. J.; BERRY, J. D.; BORDEN, W. B. *et al.* Heart diseases and stroke statistics - 2012 update: a report from the American Heart Association. **Circulation.** v. 125, p.188-197, 2012.

ROSSINI, P. M.; ROSSI, S. Transcranial magnetic stimulation: diagnostic, therapeutic, and research potential. **Neurology.** v. 68, no. 7, p. 484-488, 2007.

RIZZOLATTI, G.; FABBRI-DESTRO, M. Mirror neurons: from discovery to autism. **Exp Brain Res.** v. 200, n. 3, 223-37. 2010.

SALIBA, V. A.; CHARLES JÚNIOR, I. P., FARIA, C. D. C. M.; SALMELA, L. F. T. Propriedades Psicométricas da Motor Activity Log: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Fisioter Mov.** v. 21, n. 3, p. 59-67, 2008.

SANTOS, G. M.; SOUZA, A. C. S.; VIRTUOSO, J. F.; TAVARES, G. M. S.; MANZO, G. Z. Valores preditivos para o risco de quedas em idosos praticantes e não praticantes de atividade física por meio do uso da Escala de Equilíbrio de BERG. **Rev Bras Fisioter.** v.15, n.2, p.95-101, 2011.

SAPOSNIK, G.; MAMDANI, M.; BAYLEY, M.; THORPE, K. E.; HALL, J.; COHEN, L. G. *et al.* Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. **Stroke.** v.5, p.47-51, 2010.

SCHAFER, A. Y.; USTINOVA, K. I. Does use of a virtual environment change reaching while standing in patients with traumatic brain injury. **J Neuroeng Rehabi.** v.10, n.1, p. 76, 2013.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. 3ed. Human Kinetics: Champaign, 1999, p. 205–226.

SILVA, C. M. da; BERMUDEZ, I. B.; DUARTE, E.; VERSCHURE, P. F. 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. **Restor Neurol Neurosci**. v. 29, n. 5, p. 287-98, 2011.

SKILBECK, C. E.; WADE, D. T.; LANGTON HEWER R, WOOD VA. Recovery after stroke. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**. v. 46, p. 5–8, 1983.

SOARES, A. V.; WOELLNER, S. S.; ANDRADE, C. S.; MESADRI, T. J.; BRUCKHEIMER, A. D.; HOUNSELL, M. da S. The use of Virtual Reality for upper limb rehabilitation of hemiparetic Stroke patients. **Fisioter mov**. v. 27, n. 3, p. 309-317, 2014.

SOARES, N. M.; GALDINO, G. S.; ARAÚJO, D. P. Índice de Depressão em sujeitos pós-AVC no município de Campina Grande - PB. **Rev Neurocienc**. v. 22, n. 2, p. 215-220, 2014.

STRONG, K.; MATHERS, C.; BONITA, R. Preventing stroke: saving lives around the world. **Lancet Neurol**. v. 6, p.182-87, 2007.

SUNDERLAND, A.; TINSON, D. J.; BRADLEY, E. L.; FLETCHER, D.; LANGTON HEWER, R.; WADE, D. T. Enhanced physical therapy improves recovery of arm function after stroke: a randomized controlled trial. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**. v. 55, p. 530–535, 1992.

TAKEUCHI, N.; IZUMI, S. Rehabilitation with Poststroke Motor Recovery: a review with a focus on neural plasticity. **Stroke Res Treat**. v. 2013, p. 13, 2013.

TAYLOR, J.; CURRAN, K. **Using Leap Motion and Gamification to Facilitate and Encourage Rehabilitation for Hand Injuries: Leap Motion for Rehabilitation**. In: NOVÁK, D.; TULU, B.; BRENDRYEN, H. Handbook of Research on Holistic Perspectives in Gamification for Clinical Practice. United States of America: Medical Information Science Reference. 2016, p. 183-192.

THOMSON, K.; POLLOCK A.; BUGGE, C.; BRADY, M. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. **Int J Stroke**. v. 9, n. 4, p. 479-88, 2014.

TIMMERMANS, A. A.; SEELEN, H. A.; WILLMANN, R. D.; KINGMA, H. Technology-assisted training of arm-hand skills in stroke: Concepts on reacquisition of motor control and

therapist guidelines for rehabilitation technology design. **J Neuroeng Rehabil.** v. 6, n. 1, 2009.

TRUELSEN, T.; BEGG, S.; MATHERS, C. **The global burden of cerebrovascular disease.** Geneva, World Health Organization. 2003. Disponível em: <http://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_cerebrovascularstroke.pdf>. Acessado em 04 de junho de 2014.

TSANG, W. W.; NG, S. S.; LEE M, W.; TSE, S. P.; YIP, E. W.; YUEN, J. K. Does postural stability affect the performance of eye-hand coordination in stroke survivors? **Am J Phys Med Rehabil.** v. 92, n. 9, p. 781-8, 2013.

TUNG, J. Y.; LULIC, T.; GONZALEZ, D. A.; TRAN, J.; DICKERSON, C. R.; ROY, E. A. Evaluation of a portable markerless finger position capture device: accuracy of the Leap Motion controller in healthy adults. **Physiol Meas.** v. 36, n. 5, p. 1025-1035, 2015.

TUROLLA, A.; DAM, M.; VENTURA, L.; TONIN, P.; AGOSTINI, M.; ZUCCONI, C.; KIPER, P.; CAGNIN, A.; PIRON, L. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. **J Neuroeng Rehabil.** v.10, n. 85, p. 1-9, 2013.

WATTANASOONTORN, V.; BOADA, I.; GARCÍA, R.; SBERT, M. Serious games for health. **Entertain Comput.** v. 4, n. 4, p. 231-247, 2013.

WARDLAW, J. M.; MURRAY, V.; BERGE, E.; DEL ZOPPO, G.; SANDERCOCK, P.; LINDLEY, R. L. *et al.* Recombinant tissue plasminogen activator for acute ischaemic stroke: an updated systematic review and meta-analysis. **Lancet.** v. 379, n. 9834, p. 2364-2372, 2012.

WEICHERT, F.; BACHMANN, D.; RUDAK, B.; FISSELER, D. Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller. **Sensores (Basel).** v. 13, n. 5, p. 6380-6393, 2013.

WHO MONICA Project Investigators. **The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration.** WHO MONICA Project Principal Investigators. *Journal of Clinical Epidemiology.* v. 41, n. 2, p.105-114, 1988.

WILSON, M.; KNOBLICH, G. The case for motor involvement in perceiving conspecifics, **Psychol Bull.** v. 131, n. 3, p. 460–473, 2005.

WOLDAG H, HUMMELSHEIM H. Evidence-based physiotherapeutic concepts for improving arm and hand function in stroke patients: a review. **J. Neurol.** v. 249, n. 5, p. 518-28, 2002.

YIN, C. W.; SIEN, N. Y.; YING, L. A.; CHUNG, S. F.; LENG, D. T. M. A realidade virtual para a reabilitação da extremidade superior em acidente vascular cerebral precoce: um piloto randomizado controlado. **Clin Rehabil.** v. 28, n. 11, p. 1107-1114, 2014.

ANEXO

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos me disponho a participar da Pesquisa **“DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA REABILITAÇÃO DE PACIENTES PÓS AVC”**, que terá como objetivo geral **avaliar a experiência e eficácia de um sistema de realidade virtual para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC**.

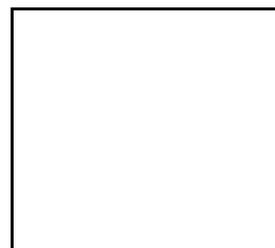
Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

Ao voluntário só caberá a autorização para aplicação dos seguintes instrumentos: Inicialmente, serão avaliados uma única vez para rastreio cognitivo pelo Mini-Exame do Estado Mental e Ficha de Avaliação Clínica. Durante 3 dias farão reabilitação do membro superior com Realidade Virtual usando a tecnologia *Leap Motion Controller*. No primeiro e no terceiro dia, os participantes serão avaliados pela Caixa e Blocos, Aparelho para realização do Teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo, Eletromiografia e Estimulação Magnética Transcraniana.

- Não haverá nenhum risco ou desconforto ao voluntário.
- Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, revelando os resultados ao médico, indivíduo e/ou familiares, cumprindo as exigências da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.
- O voluntário poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para o mesmo.
- Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho, assegurando assim a privacidade dos participantes em manter tais resultados em caráter confidencial.
- Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haveria necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.
- Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (83) 9 9655-3193 com **Nayron Medeiros Soares**.
- Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.
- Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do pesquisador responsável _____

Assinatura do Participante _____



Assinatura Dactiloscópica
do Participante da pesquisa

ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA REABILITAÇÃO DE PACIENTES PÓS AVC

Eu, Nayron Medeiros Soares, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, portador do RG: 3128148 e CPF: 072.978.464-90, comprometo-me em cumprir integralmente os itens da Resolução 466/12 do CNS, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve Seres Humanos.

Estou ciente das penalidades que poderei sofrer caso infrinja qualquer um dos itens da referida resolução.

Por ser verdade, assino o presente compromisso.



Assinatura do Pesquisador

Campina Grande, 17/06/2016

ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Universidade Estadual da Paraíba

Laboratório de Neurociências e Comportamento Aplicadas

Departamento de Fisioterapia

CNPJ 12.671.814/0001-37

Rua baráúnas, 351 - bairro Universitário - Campina Grande-PB, CEP 58429-500,

FONE/FAX: 83 3315.3300

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Estamos cientes da intenção da realização do projeto intitulado “DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA REABILITAÇÃO DE PACIENTES PÓS AVC” desenvolvido pelo aluno de mestrado Nayron Medeiros Soares, orientado pelo professor Sandy Gonzaga de Melo do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba.

CAMPINA GRANDE, 01/12/15

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Profa. Giselda Félix Coutinho
ENFERMEIRA DE COLÉGIO DE FISIOTERAPIA

Giselda Félix Coutinho

Assinatura e carimbo do responsável institucional

ANEXO D - MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

1. Orientação (1 ponto por cada resposta correta)

Em que ano estamos? _____
Em que mês estamos? _____
Em que dia do mês estamos? _____
Em que dia da semana estamos? _____
Em que estação do ano estamos? _____
Nota: _____

Em que país estamos? _____
Em que distrito vive? _____
Em que terra vive? _____
Em que casa estamos? _____
Em que andar estamos? _____
Nota: _____

2. Retenção (contar 1 ponto por cada palavra corretamente repetida)

"Vou dizer três palavras; queria que as repetisse, mas só depois de eu as dizer todas; procure decora-las".

Pêra _____
Gato _____
Bola _____
Nota: _____

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

"Agora peço-lhe que me diga quantos são 30 menos 3 e depois ao número encontrado volta a tirar 3 e repete assim até eu lhe dizer para parar".

27_ 24_ 21_ 18_ 15_
Nota: _____

4. Evocação (1 ponto por cada resposta correta.)

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

Pêra _____
Gato _____
Bola _____
Nota: _____

5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correta)

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

Relógio _____
Lápis _____
Nota: _____

b. "Repita a frase que eu vou dizer: O RATO ROEU A ROLHA"

Nota: _____

c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, pegue nela com a mão direita, dobre-a ao meio e ponha sobre a mesa"; dar a folha segurando com as duas mãos.

Pega com a mão direita _____

Dobra ao meio _____

Coloca onde deve _____

Nota: _____

d. "Leia o que está neste cartão e faça o que lá diz". Mostrar um cartão com a frase bem legível, "FECHE OS OLHOS"; sendo analfabeto lê-se a frase.

Fechou os olhos _____

Nota: _____

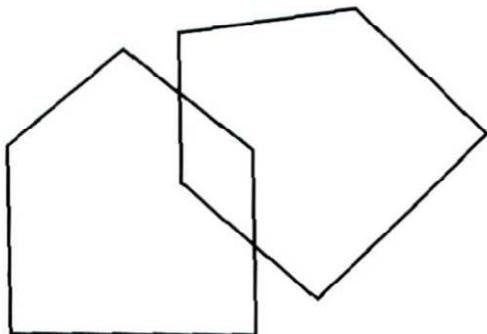
e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação.

Frase:

Nota: _____

6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta.)

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



Cópia:

APÊNDICE

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO

	AVALIAÇÃO CLÍNICA	_ / _ / _
---	--------------------------	-----------

IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE			
Nome:			Código:
DN:	Idade:	Sexo:	
Telefone:		Estado Civil:	
Profissão:		Ocupação:	

DADOS CLÍNICOS	
Diagnóstico clínico:	
Local da lesão:	
Tipo de AVC: <input type="checkbox"/> Isquêmico <input type="checkbox"/> Hemorrágico <input type="checkbox"/> Não sabe informar	
Dominância lateral: <input type="checkbox"/> Destro <input type="checkbox"/> Sinistro <input type="checkbox"/> Ambidestro	
Dimídio cerebral afetado: <input type="checkbox"/> Esquerdo <input type="checkbox"/> Direito	
Número de AVC's ocorridos:	
Tempo de AVC:	
Mão dominante: <input type="checkbox"/> Direita <input type="checkbox"/> Esquerda	

PARAMETROS NEUROFISIOLÓGICOS			
		TMS*: Limiar Motor: (%)	EMG**: variáveis tempo-frequência
1 ^a	Avaliação		
3 ^a	Reavaliação		
Observações:			

TMS* Transcranial Magnetic Stimulation; EMG** Eletromiografia.

TESTE DE COORDENAÇÃO ÓCULO-MANUAL DE MELO				
			MÃO DIREITA	MÃO ESQUERDA
1 ^a	Avaliação	Média		
3 ^a	Reavaliação	Média		
Observações:				

CAIXA E BLOCOS				
Dia		TREINO	MÃO DIREITA	MÃO ESQUERDA
1 ^a	Avaliação	1 minuto		
3 ^a	Reavaliação	1 minuto		

PARAMETROS DO JOGO			
Dia		Tempo de execução total	Número total de erros
1 ^a	Avaliação		
3 ^a	Reavaliação		
Obs.:			

AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

1. Você se envolveu com o Jogo?

Muito Razoável Pouco Não

2. Você achou fácil a utilização dos movimentos?

Sim Não

3. O jogo é fácil de entender?

Muito Razoável Pouco Não

4. Você se sentiu estressado em qualquer momento do jogo?

Muito Razoável Pouco Não

5. Você se sentiu habilidoso, enquanto estava jogando o aplicativo?

Muito Razoável Pouco Não

6. O jogo lhe avisa quando você comete um erro.

Sim Não

7. Você acredita que poderia continuar jogando no aplicativo por um longo tempo?

Sim Não

8. A aplicação lhe causou algum tipo de fadiga muscular.

Sim Não

Se sim, Muito Razoável Pouco

9. Você achou fácil a realização dos movimentos requisitados pelo jogo?

Sim Não

10. O dispositivo localiza sua mão no sensor e a reproduz na tela do jogo com facilidade?

Sim Não

11. Os blocos para formar as cabeças dos robôs são facilmente capturados e manipulados?

Muito Razoável Pouco Não

12. Você usaria o jogo novamente?

Muito Razoável Pouco Não