

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

DESEMPENHO MOTOR DE PACIENTES COM ACIDENTE VASCULAR  
CEREBRAL EM UM JOGO BASEADO EM REALIDADE VIRTUAL.

ALINE BRAGA GALVÃO SILVEIRA FERNANDES

NATAL/RN

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

DESEMPENHO MOTOR DE PACIENTES COM ACIDENTE VASCULAR  
CEREBRAL EM UM JOGO BASEADO EM REALIDADE VIRTUAL.

ALINE BRAGA GALVÃO SILVEIRA FERNANDES

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal do Rio Grande do Norte –  
Programa de Pós-graduação em  
Fisioterapia, para a obtenção do título de  
Mestre em Fisioterapia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Tania Fernandes  
Campos

NATAL/RN

2011

Seção de Informação e Referência

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Fernandes, Aline Braga Galvão Silveira

Desempenho motor de pacientes com acidente vascular cerebral em um jogo baseado em realidade virtual / Aline Braga Galvão Silveira Fernandes. – Natal, RN, 2011.

41 f. : il.

Orientadora: Tania Fernandes Campos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

1. Modalidades de fisioterapia – Dissertação. 2. Transtornos cardiovasculares – Dissertação. 3. Extremidade superior – Dissertação. 4. Atividades cotidianas – Dissertação. 5. Biomecânica – Dissertação. 6. Hemiparesia – Dissertação. I. Campos, Tania Fernandes. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 616.831-005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:  
Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

DESEMPENHO MOTOR DE PACIENTES COM ACIDENTE VASCULAR  
CEREBRAL EM UM JOGO BASEADO EM REALIDADE VIRTUAL.

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tania Fernandes Campos - Presidente - UFRN

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Raquel Rodrigues Lindquist - UFRN

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Karina do Monte Silva - UFPE

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## Dedicatória

A **Deus**, por ter me dado a vida e sempre  
me guiar no meu caminho e nas minhas  
escolhas.

A minha **família**, por ter me ensinado todos  
os meus melhores valores e por ser  
sempre meu porto seguro.

## **Agradecimentos**

A Deus, por ter me abençoado, me iluminado e ter me dado força para enfrentar e sobreviver a esses dois anos de mestrado; por ter me guiado a escolher a Fisioterapia, essa profissão que me fez aprender a tratar o próximo com carinho e com respeito, que devemos escutar o outro com o coração e que o toque é muito mais do que um contato físico, é uma troca de energia e sentimentos.

À minha família, especialmente os meus pais, Fernando e Ana, por terem me criado com tanto amor, por terem me guiado a trilhar o caminho certo e me ensinado a nunca desistir dos meus sonhos; os meus irmãos Fernanda e André, pelas palavras de conforto e pelas brincadeiras sempre nas horas certas; meus sobrinhos, André, Bruna e Melissa, por serem a fonte da minha alegria, por recarregarem e, às vezes, descarregarem as baterias da Titia; e meu avô, José Silveira (in memoriam), meu eterno primeiro paciente e incentivador da minha escolha pela Fisioterapia.

Ao meu querido e amado esposo, Jefferson, por ter me dado a oportunidade de amá-lo e ser amada por ele, por ser meu amigo e confidente, por estar sempre ao meu lado e pensar no meu melhor em todas as nossas decisões. Te amo demais. Obrigada pelo apoio e amor dedicados.

Às minhas amigas, Denise, Ana Tereza e Marina por estarem presentes em todos os momentos importantes de minha vida.

Às minhas amigas do Centro de Reabilitação do Adulto, por terem paciência com os meus estresses e por termos formado uma verdadeira família nesse tempo juntas.

A minha colaboradora, Débora Carvalho, por ter me colocado muitas vezes à frente dos seus próprios interesses, por ser sempre tão acessível e disponível, pela sua sinceridade, espontaneidade e alegria tão peculiares.

A todas as meninas do laboratório 1, especialmente Larissa e Gabriela, pelo companheirismo e pela ajuda no manuseio do equipamento da cinemática.

A banca examinadora, pelas considerações expostas, sempre buscando a melhoria do trabalho.

À minha sempre orientadora, Tania Campos, a quem devoto a mais sincera admiração, pela coragem e determinação de viver; exemplo de vida e dedicação ao

estudo, principalmente dos nossos pacientes com AVC; pela colaboração, disponibilidade, amizade, e por sempre me lembrar de que o amor a Deus está acima de todas as coisas.

Aos meus queridos pacientes, exemplos de perseverança e dedicação, provas de que sempre poderemos superar obstáculos, por mais relevantes que sejam.

Aos colegas do grupo PRODI AVC, pelos estudos, incentivos e contribuições na composição do trabalho.

A minha turma de mestrado, por serem tão incentivadores e por sempre compartilharmos as angústias do mestrado.

Ao pessoal de apoio do Departamento de Fisioterapia, por sempre serem tão solícitos a fazerem o que precisávamos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.



## Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Lista de Figuras	x
Resumo	xii
Abstract	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	5
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo Geral	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Hipóteses	6
2 MATERIAIS E MÉTODOS	7
2.1 Caracterização da Pesquisa	8
2.2 Local e Período da Pesquisa	8
2.3 Amostra	8
2.4 Aspectos Éticos	9
2.5 Instrumentos	9
2.6 Procedimentos	12
2.7 Análise dos Dados	19
3 RESULTADOS	20
4 DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6 REFERÊNCIAS	35
7 ANEXOS	
Anexo 1. National Institute of Health Stroke Scale	
Anexo 2. Mini-exame do Estado Mental	
Anexo 3. Medida de Independência Funcional	
Anexo 4. Sub-item de Membro superior da Escala de Fugl-Meyer	
ANEXO 5. Escala de Ashworth Modificada	
APÊNDICES	
Apêndice 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	

Apêndice 2. Ficha de Avaliação Clínica

Apêndice 3. Ficha de Acompanhamento do Treino

## Lista de figuras

- Figura 1. Vista panorâmica do Laboratório de Avaliação e Treinamento das Disfunções do Movimento Humano – UFRN. 9
- Figura 2. Câmera Qualisys Oqus 300. 11
- Figura 3. Instrumentos e posicionamento para calibração com representação esquemática dos eixos de coordenadas (X, Y e Z). 12
- Figura 4. Televisor e dispositivo kinect. 12
- Figura 5. Posicionamento do participante durante a coleta estática. 13
- Figura 6. Posicionamento do participante para a coleta dinâmica. 14
- Figura 7. Distância entre o participante e o televisor. 15
- Figura 8. Vista da tela apresentada ao participante. No canto superior esquerdo: imagem do avatar, número de bolas acertadas e contador regressivo do tempo. O avatar é representado de costas e em transparência. 16
- Figura 9. Desenho do estudo. 18
- Figura 10. Desempenho de pacientes e saudáveis quanto ao número de acertos nas 20 tentativas. Diferença significativa entre pacientes e saudáveis de acordo com as tentativas ( $p=0,008$ ), no qual os pacientes apresentaram um desempenho inferior aos saudáveis em todas as tentativas realizadas ( $p<0,05$ ). 22
- Figura 11. Movimentos de ombro e cotovelo durante a atividade de beber água. Quadro 1 – Posição inicial; 2 – Pegando o copo; 3 – Levando o copo à boca; 4 – Bebendo água. A seta superior representa a sequência de levar o copo à boca e a seta inferior representa a sequência de devolver o copo. 24
- Figura 12. Ângulos das articulações do ombro (A) e cotovelo (B) dos pacientes com hemiparesia esquerda na avaliação e na reavaliação após o treino; e do membro superior esquerdo dos indivíduos saudáveis na avaliação. Os maiores valores representam a posição de flexão e os menores valores representam a posição de extensão de acordo com as frações do tempo total de realização da atividade de beber água. A curva 1 representa o momento de levar o copo à boca; a curva 2 representa o momento de devolver o copo à mesa. 25

Figura 13. Ângulos das articulações do ombro (A) e cotovelo (B) dos pacientes com hemiparesia direita na avaliação e na reavaliação após o treino; e do membro superior direito dos indivíduos saudáveis na avaliação. Os maiores valores representam a posição de flexão e os menores valores representam a posição de extensão de acordo com as frações do tempo total de realização da atividade de beber água. A curva 1 representa o momento de levar o copo à boca; a curva 2 representa o momento de devolver o copo à mesa.

26

## Resumo

O Acidente Vascular Cerebral (AVC), por ser uma das principais causas de incapacidade motora em adultos e idosos necessita de intervenções eficazes que contribuam para a recuperação motora. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho no uso de um jogo de realidade virtual em pacientes no estágio crônico do AVC. **Método:** Participaram 20 pacientes (10 com lesão à esquerda e 10 à direita), destros, com idade média de  $50,6 \pm 9,2$  anos; e 20 saudáveis com idade média de  $50,9 \pm 8,8$  anos, também destros. Os pacientes fizeram uma avaliação motora (Fugl-Meyer) e do tônus muscular (Ashworth). Todos os participantes fizeram uma avaliação cinemática da atividade de beber água e em seguida realizaram o treino com jogo de tênis de mesa do XBOX 360 Kinect®, em 2 séries de 10 tentativas de 45 s, com 15 min de descanso entre elas, totalizando 30 minutos de sessão. Após o treino, os indivíduos foram submetidos à outra avaliação cinemática. Os pacientes treinaram com o membro superior hemiparético direito e esquerdo e os saudáveis com o membro superior direito e esquerdo. Os dados foram analisados pela ANOVA, pelo teste t-Student e de correlação de Pearson. **Resultados:** Houve diferença significativa no número de acertos entre o grupo de pacientes e saudáveis, no qual os pacientes apresentaram um desempenho inferior em todas as tentativas realizadas ( $p=0,008$ ), estando esse desempenho relacionado a um maior nível de espasticidade ( $r= -0,44$ ;  $p=0,04$ ) e a um maior comprometimento motor ( $r= 0,59$ ;  $p=0,001$ ). Após o treino, os pacientes com hemiparesia esquerda tiveram melhora na angulação de ombro e cotovelo durante a atividade de beber água, se aproximando do padrão de movimento do membro superior esquerdo dos saudáveis ( $p<0,05$ ), principalmente no momento de retornar o copo a mesa; já os pacientes com hemiparesia direita não obtiveram melhora do padrão de movimento em relação aos saudáveis ( $p>0,05$ ). **Conclusão:** Os pacientes com AVC melhoraram o desempenho ao longo das tentativas do jogo, no entanto, somente pacientes com hemiparesia esquerda conseguiram aumentar a angulação do ombro e cotovelo durante a execução de atividade funcional, respondendo melhor ao jogo de realidade virtual, o que deve ser levado em consideração na reabilitação motora.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modalidades de Fisioterapia, Transtornos Cerebrovasculares, Extremidade Superior, Atividades Cotidianas, Biomecânica, Hemiparesia.

## **Abstract**

The Cerebral Vascular Accident (CVA) is the leading cause of motor disability in adults and elderly and that is why it still needs effective interventions that contribute to motor recovery. **Objective:** This study was aimed to evaluate the performance of stroke patients in chronic stage using a virtual reality game. **Method:** 20 patients (10 with injury to the left and 10 to the right side), right-handed, average age  $50.6 \pm 9.2$  years, and 20 healthy subjects with average age of  $50.9 \pm 8.8$ , also right-handed participated. The patients had a motor (Fugl-Meyer) and muscle tone assessment (Ashworth). All participants made a kinematic evaluation of the drinking water activity and then underwent training with the table tennis game on XBOX 360 Kinect®, 2 sets of 10 attempts for 45 seconds, 15 minutes rest between sets, giving a total of 30 minutes session. After training the subjects underwent another kinematic evaluation. The patients trained with the right and left hemiparetic upper limb and the healthy ones with the right and left upper limb. Data were analyzed by ANOVA, t'Student test and Pearson correlation. **Results:** There was significant difference in the number of hits between the patients and healthy groups, in which patients had a lower performance in all the attempts ( $p = 0.008$ ), this performance was related to a higher level of spasticity ( $r = -0.44$ ,  $p = 0.04$ ) and greater motor impairment ( $r = 0.59$ ,  $p = 0.001$ ). After training, patients with left hemiparesis had improved shoulder and elbow angles during the activity of drinking water, approaching the pattern of motion of the left arm of healthy subjects ( $p < 0.05$ ), especially when returning the glass to the table, and patients with right hemiparesis did not obtain improved pattern of movement ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** The stroke patients improved their performance over the game attempts, however, only patients with left hemiparesis were able to increase the angle of the shoulder and elbow during the functional activity execution, better responding to virtual reality game, which should be taken into consideration in motor rehabilitation.

**KEY-WORDS:** Physical Therapy Modalities, Cerebrovascular Disorders, Upper Extremity, Activities of Daily Living, Biomechanics, Hemiparesis.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido pela Organização Mundial de Saúde como o surgimento agudo de um comprometimento da função cerebral, com duração maior do que 24 horas, resultante de uma insuficiência de suprimento sanguíneo cerebral<sup>1</sup>.

O AVC vem sendo considerado um importante problema de saúde pública no mundo, e é a causa principal de mortalidade no Brasil<sup>2</sup>, que também apresenta o mais alto índice de morte da América Latina, sendo assim considerada uma doença ainda muito negligenciada no país, considerando as poucas ações e o baixo orçamento na prevenção e tratamento desta doença<sup>3,4,5,6</sup>.

A variedade e a gravidade de déficits neurológicos apresentados pelo paciente são determinadas pelo local e extensão da lesão, quantidade de fluxo sanguíneo colateral, estado pré-mórbido do paciente e tratamento no estágio agudo da doença<sup>7</sup>.

O comprometimento mais prevalente nos pacientes é a hemiplegia/hemiparesia contralateral à lesão cerebral, podendo acometer, isoladamente ou de forma combinada, os membros superiores, membros inferiores e a face. Em geral, o membro superior parético apresenta déficit motor mais acentuado do que o membro inferior parético. Além disso, a perda do tônus muscular normal do lado corporal afetado (hipertonia/espasticidade ou hipotonia/flacidez), não permite ao paciente realizar movimentos controlados normais<sup>7,8,9</sup>.

O dano ao cérebro pode causar também perda da sensibilidade superficial e profunda e comprometimentos mais complexos de percepção, como distúrbios de esquema ou imagem corporal, estereognosia e negligência unilateral. Outros comprometimentos incluem déficits de memória, atenção, concentração, orientação, hemianopsia, afasia, disartria e disfagia. Além disso, o paciente pode tornar-se deprimido, ansioso ou sofrer alterações de humor ao aprender a lidar com a sua nova condição física<sup>8,9</sup>.

Estudos de especialização hemisférica mostram que indivíduos com lesão cerebral no hemisfério esquerdo apresentam déficit no controle da trajetória do movimento devido a um comprometimento da coordenação multi-articular<sup>10</sup>. O hemisfério cerebral esquerdo é mais predominantemente envolvido no planejamento motor do que o direito, sendo responsável pela seleção de padrões motores, ou seja, dos objetivos e estratégias motoras que devem ser seguidas pelos dois hemisférios<sup>11</sup>. Já indivíduos com lesão cerebral direita apresentam déficits no



controle posicional, visto que este hemisfério está mais diretamente envolvido no controle da posição final do movimento e com o processamento visuoespacial<sup>10</sup>.

As sequelas provocadas pelo AVC implicam em algum grau de dependência funcional, principalmente no primeiro ano, com cerca de 30 a 40% dos sobreviventes impedidos de voltarem ao trabalho e requerendo algum tipo de auxílio no desempenho de atividades cotidianas<sup>12</sup>. O uso funcional do membro superior acometido está comprometido em aproximadamente 80% dos pacientes no estágio agudo de recuperação e 40% cronicamente, limitando movimentos efetivos e os níveis de atividade e participação do indivíduo na comunidade<sup>13</sup>. Dessa forma, essa patologia não causa apenas impacto nas funções neurológicas, mas também gera dependência nas atividades da vida diária (AVDs) desses pacientes e afetam suas relações interpessoais<sup>14</sup>.

O tratamento pode ser extremamente oneroso para os pacientes, a família e a sociedade. A reabilitação pode ser um processo difícil, e embora alguns pacientes consigam readquirir certa independência ao longo da evolução clínica, existem dúvidas da eficácia de tratamentos convencionais em recuperar todo o potencial de regeneração do sistema nervoso central<sup>15</sup>.

As terapias baseadas em movimentos ativos para reabilitação de pacientes com AVC promovem alterações plásticas neuronais no córtex sensoriomotor do hemisfério cerebral lesado, aumentando a sua ativação e diminuindo a ativação do córtex contralesional. Essas alterações são acompanhadas de ganhos motores funcionais da extremidade superior, resultando em uma maior habilidade para realizar as AVDs<sup>16,17</sup>.

Interessante observar que essas mudanças ocorrem também em pacientes na fase crônica de recuperação do AVC. Pacientes que supostamente estão em um platô na recuperação motora (mais de um ano de AVC) podem apresentar melhora substancial na capacidade motora após participar de novos protocolos de reabilitação que requerem uma prática motora repetida e com tarefas específicas, devido as alterações neurais e funcionais<sup>18</sup>.

Além disso, fatores ambientais são importantes para induzir a uma boa resposta do indivíduo durante um treino de tarefa específica. Esse ambiente terapêutico, que fornece maiores oportunidades de atividade e interação, é chamado de ambiente enriquecido. Indivíduos que são expostos a esses ambientes após

lesão cerebral, demonstram maiores ganhos funcionais do que os que não estão expostos a esses ambientes<sup>19</sup>.

Assim, os movimentos com tarefas específicas, treino de habilidades motoras e prática repetitiva e de alta intensidade, todos praticados em um ambiente enriquecido, são essenciais e efetivos no tratamento de pacientes com AVC que se encontram em qualquer fase de recuperação da patologia, visto que podem gerar potenciais sinápticos efetivos, melhorando a neuroplasticidade induzida pela prática, promovendo assim reorganização cortical e recuperação motora e funcional<sup>17,19,20</sup>.

As terapias inovadoras para reabilitação pós-AVC tem como objetivo manipular essa relação entre a recuperação motora e a plasticidade cortical, utilizando os princípios acima citados<sup>21,8</sup>. Porém, ao passar do tempo, os pacientes podem achar os exercícios monótonos e tediosos e podem perder a motivação, devido a sua natureza repetitiva. Sabendo que a motivação é um dos fatores ambientais que influenciam positivamente na plasticidade do SNC, é importante buscar outras estratégias de tratamento que contemplem esse fator importante na reabilitação<sup>22,23</sup>.

Nesse sentido, o uso de jogos que integram recursos em ambientes virtuais para fins de reabilitação pode aumentar a motivação, oferecendo um ambiente enriquecido e diferenciado no qual pode ocorrer uma reabilitação de alta qualidade<sup>24</sup>.

Os sistemas de jogos de realidade virtual são tecnologias novas e úteis que permitem aos usuários interagirem com um cenário gerado no computador, sendo assim, uma forma de realidade virtual não imersiva. Em particular, essas tecnologias permitem a observação interativa de movimentos *avatar* capturados na tela e combinam recursos para aumentar a intensidade da reabilitação, necessários para a indução da neuroplasticidade<sup>19,25</sup>.

A realidade virtual induz alterações plásticas dependentes do uso, em resposta à estimulação de áreas motoras mais altas, recrutando o sistema de memória motora, que contem os programas motores armazenados. Assim, essas intervenções interativas da realidade virtual estão baseadas na ideia de que a estimulação do sistema de processamento da ação, em contrapartida, ativa áreas corticais envolvidas na execução dos movimentos<sup>26</sup>.

Essas características dos jogos permitem a ativação do sistema de neurônios-espelho, os quais são ativados durante a execução ou observação de ações. Recentes evidências sugerem um papel importante desse sistema de neurônios para

melhorar e mesmo explicar a recuperação motora de pacientes. Nesse sentido, a observação da ação em associação com o treino físico pode aumentar os efeitos do treino motor na reabilitação de pacientes com AVC<sup>25,27,28,29</sup>.

No universo da neuroreabilitação, alguns estudos vêm sendo realizados utilizando jogos de console, tais como o Nintendo Wii® e jogos de computador com sistema de vídeo-captura em pacientes com AVC, verificando ganhos motores e funcionais. No entanto, alguns são estudos preliminares e incluem apenas pacientes no estágio agudo de recuperação<sup>22,25</sup>. Além disso, todas as medidas da função motora foram realizadas por questionários, sem uma medida objetiva da melhora motora<sup>20</sup>.

A indústria de jogos vem desenvolvendo uma variedade de sistemas de realidade virtual acessíveis ao uso pelos pacientes<sup>25</sup>. Assim, a Microsoft®, lançou recentemente no mercado o dispositivo Kinect, para ser utilizado no jogo de console XBOX 360®, o qual faz uma captura do movimento do jogador, sendo desnecessária a utilização de um controle. A não utilização do controle pode vir a ser um ponto importante do uso desse jogo na reabilitação de pacientes com AVC, visto que a força e a coordenação do movimento de preensão desses pacientes muitas vezes não se recuperam<sup>17</sup>.

Assim, surgiram os seguintes questionamentos: Como será o desempenho motor dos pacientes em jogos baseados em realidade virtual? O que pode influenciar os melhores ou piores desempenhos no jogo? O desempenho varia de acordo com o lado da lesão cerebral?

### 1.1. Justificativa

O AVC é uma doença de incidência e prevalência elevadas e é uma das principais causas de incapacidade em adultos e idosos, devido ao comprometimento das funções sensoriais, cognitivas, perceptivas, da linguagem e mais marcadamente a motora. Sendo assim, a fisioterapia tem como objetivo restaurar a função, diminuindo a incapacidade desses indivíduos e oferecendo assim uma melhoria da sua qualidade de vida.

Muitas vezes, os pacientes no estágio crônico de recuperação do AVC são tratados como sem capacidade de obterem mais ganhos motores e funcionais do que os já adquiridos. Por isso, a fisioterapia deve então fornecer o maior número de

fatores possíveis que promovam uma reorganização cortical satisfatória e uma recuperação motora e funcional, mesmo em pacientes crônicos. Além disso, o tratamento fisioterapêutico desses pacientes muitas vezes se torna monótono e os pacientes chegam a perder a motivação do tratamento pela natureza repetitiva dos movimentos e pelo uso de técnicas que, muitas vezes, não tem um objetivo concreto ou funcional.

Nesse sentido, os jogos baseados em realidade virtual, por sua natureza estimulante, integrativa, com aferências sensoriais diversas, formas de feedback de resultado, oferecem um ambiente enriquecido e motivação para o aprendizado de habilidades motoras e precisam ser avaliados se podem ser inseridos nos protocolos de tratamento desses pacientes.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo geral

Avaliar o desempenho motor de pacientes no estágio crônico do AVC em um jogo baseado em realidade virtual.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho, quanto ao número de acertos no jogo, ao longo das tentativas;
- Correlacionar o desempenho (número de acertos) dos pacientes com a idade, tempo de lesão, escolaridade, grau de comprometimento neurológico, espasticidade, estado cognitivo, funcional e motor;
- Comparar as variáveis cinemáticas de angulação do membro superior afetado dos pacientes antes e após o treino e do membro superior treinado dos saudáveis;
- Analisar as variáveis cinemáticas dos pacientes de acordo com o lado da lesão cerebral.

## 1.3. Hipótese

A hipótese do estudo é de que ocorre melhora do desempenho de habilidades motoras após o uso de jogo baseado em realidade virtual em pacientes no estágio crônico do AVC, dependente do lado da lesão cerebral.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

## 2.1 Caracterização da Pesquisa

Foi realizado um estudo analítico comparativo.

## 2.2 Local e Período da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Avaliação e Treinamento das Disfunções do Movimento Humano (Figura 1), no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal Rio Grande do Norte (UFRN), no período de junho a outubro de 2011.



Figura 1. Vista panorâmica do Laboratório de Avaliação e Treinamento das Disfunções do Movimento Humano – UFRN.

## 2.3 Amostra

A população do estudo foi constituída de pacientes que se encontravam em tratamento fisioterapêutico nas unidades de atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS) na cidade do Natal – RN.

A amostra do estudo foi do tipo não probabilística, na qual foram selecionados para o estudo os indivíduos que possuíssem diagnóstico de primeiro episódio do AVC, lesão cerebral unilateral, tempo de lesão a partir de 6 meses, destros, com capacidade de responder aos instrumentos de avaliação e até 70 anos de idade. Aqueles que possuíssem sinais de negligência unilateral, deficiência auditiva e visual primária não corrigidas, não fizeram parte do estudo.

Para ser incluído no estudo, o indivíduo deveria possuir alguma habilidade de movimento do membro superior afetado, tendo a capacidade de realizar a atividade de beber água no copo, necessária para a avaliação cinemática.

A amostra foi constituída por 20 pacientes de ambos os sexos, sendo 10 com lesão à esquerda e 10 com lesão à direita; e 20 indivíduos saudáveis pareados

quanto à idade, sexo, escolaridade e lateralidade manual e que não possuíssem deficiência auditiva e visual primária não corrigidas. Os participantes foram divididos em quatro grupos, sendo eles: pacientes com hemiparesia à esquerda, pacientes com hemiparesia à direita, saudáveis que fizeram o treino com o membro superior direito e saudáveis que treinaram com o membro superior esquerdo, com 10 indivíduos em cada grupo.

Durante a avaliação e intervenção, os participantes que apresentassem sintomas de mal-estar ou dor, foram excluídos da amostra.

#### 2.4 Aspectos Éticos

Foram respeitados os aspectos éticos da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes foram informados quanto aos procedimentos da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1), concordando com a participação voluntária. O projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da UFRN, sob o parecer nº 012/2011.

#### 2.5 Instrumentos

O exame neurológico dos pacientes foi realizado por meio da *National Institute Health Stroke Scale* (NIHSS), uma escala para avaliação do grau de comprometimento neurológico, específica para o AVC (Anexo 1)<sup>30,31</sup>. A escala avalia comprometimentos no nível de consciência, movimentos extraoculares, campo visual, função dos músculos faciais, força dos membros, função sensorial, coordenação (ataxia), linguagem (afasia), fala (disartria) e negligência unilateral. Os escores variam de 0 a 42. Os pontos de corte utilizados são: 0 a 5 = leve; 6 a 13 = moderado; 14 ou mais = grave. Pode ser aplicado por qualquer profissional da área da saúde, com excelente confiança e validade, sendo muito utilizado em estudos e pesquisas<sup>2,32,33</sup>.

A avaliação do estado cognitivo do paciente foi realizada por meio do Mini Exame do Estado Mental (MEEM), protocolo que vem sendo largamente utilizado em estudos, pesquisa e prática clínica. Consiste em uma avaliação rápida da orientação espacial e temporal, memória imediata, atenção e cálculo, evocação tardia, linguagem e capacidade construtiva visual (Anexo 2), e fornece um escore que varia de 0 a 30, sendo 30 a ausência de comprometimento cognitivo<sup>34,35</sup>.

A Medida de Independência Funcional (MIF) foi utilizada para verificar o grau de independência funcional dos pacientes. Foi avaliado apenas o domínio motor da escala (MIF motora) abrangendo itens como autocuidados, controle de esfíncteres, mobilidade e locomoção (Anexo 3). Os escores da escala variam entre 13 e 91, sendo os valores mais altos indicativos de uma maior independência<sup>36</sup>.

A avaliação motora dos pacientes foi realizada por meio da aplicação do sub-item de membro superior da Escala de Fugl-Meyer (Anexo 4). Esta escala é amplamente utilizada na prática clínica para mensuração quantitativa da capacidade sensória motora de pacientes neurológicos<sup>37</sup>. O sub-item de membro superior avalia especificamente a atividade reflexa, os movimentos isolados e padrões sinérgicos e não sinérgicos de movimento, controle do punho, atividades da mão, além de testar a coordenação e velocidade do movimento. Os escores dessa escala varia entre 0 e 66. Os escores de membro superior podem ser divididos em três categorias: comprometimento leve (58 a 66), moderado (39 a 57) e grave (0 a 38)<sup>38</sup>.

A avaliação subjetiva do tônus muscular foi efetivada através da Escala de *Ashworth* Modificada, a qual gradua o tônus de acordo com a resistência percebida durante a movimentação passiva das articulações, classificando os segmentos acometidos de 0 (tônus muscular normal) a 5 (parte afetada rígida em flexão ou extensão) (Anexo 5). Neste estudo, a avaliação do tônus muscular foi realizada no membro superior parético, nas articulações do ombro, cotovelo e punho<sup>39</sup>.

A cinemetria foi utilizada para se obter medidas objetivas da função motora, como ângulos de movimento do ombro e cotovelo durante a atividade de beber água.

A cinemática foi obtida pelo sistema *Qualisys Motion Capture System* (Qualisys AB, 411 13 Gothenburg, Suécia)<sup>40</sup>, que consiste em um sistema de fotogrametria baseado em vídeo, com oito câmeras estroboscópicas (Qualisys Oqus 300) (Figura 2), produzidas por um grupo de refletores infravermelhos, com o objetivo de tornar conhecidas a posição e a orientação dos segmentos corporais. A luz infravermelha projetada de cada câmera é refletida por marcadores posicionados em pontos específicos do membro superior, de acordo com as normas da C-Motion Inc., Visual 3D Professional™. A partir da combinação das imagens de pelo menos duas câmeras, torna-se possível a obtenção das coordenadas de um dado marcador e a reconstrução do movimento (cinemetria) em três dimensões.





Figura 2. Câmera Qualisys Oqus 300

Foram utilizados marcadores esféricos passivos de 19 mm de diâmetro. Os dados, em imagem, foram capturados pelo software *Qualisys Track Manager 2.6 – QTM* e exportados para o software *Visual 3D*, no qual um modelo biomecânico foi formado e aplicado para o processamento do movimento.

A fim de permitir o rastreamento dos marcadores e a transformação dos dados em 3D, o sistema necessita obter informações sobre o posicionamento e orientação de cada câmera. Para tal, foi realizada a calibração do sistema, antes das coletas, utilizando uma estrutura em forma de “L” posicionada no chão onde seria realizada a coleta, e que possui quatro marcadores passivos fixados. Esta estrutura permite a definição das coordenadas de referência global, representadas pelos planos X (médio-lateral), Y (ântero-posterior) e Z (longitudinal). Sobre esses eixos foi feita uma varredura com uma haste em forma de “T”, a qual contém dois marcadores fixados em suas extremidades. Esta haste foi movida em todos os planos por um período de 1 minuto (Figura 3).

Para a realização da terapia com jogos foi utilizado um console do XBOX 360 (Microsoft®) com o dispositivo do Kinect, o qual possui uma câmera filmadora RGB (Red, Green, Blue), iluminação infravermelha, microfone, processador e software próprios; essas características permitem ao dispositivo o reconhecimento facial perfeito da pessoa que está em frente do console, escaneamento do ambiente em três dimensões, tendo a capacidade rastrear 48 pontos do corpo do indivíduo em tempo real, reconhecendo as pessoas que estão à frente do dispositivo, localizando as partes do corpo, as articulações e os movimentos do indivíduo. Estes dispositivos estavam ligados a um televisor LCD de 26 polegadas da marca LG (Figura 4).

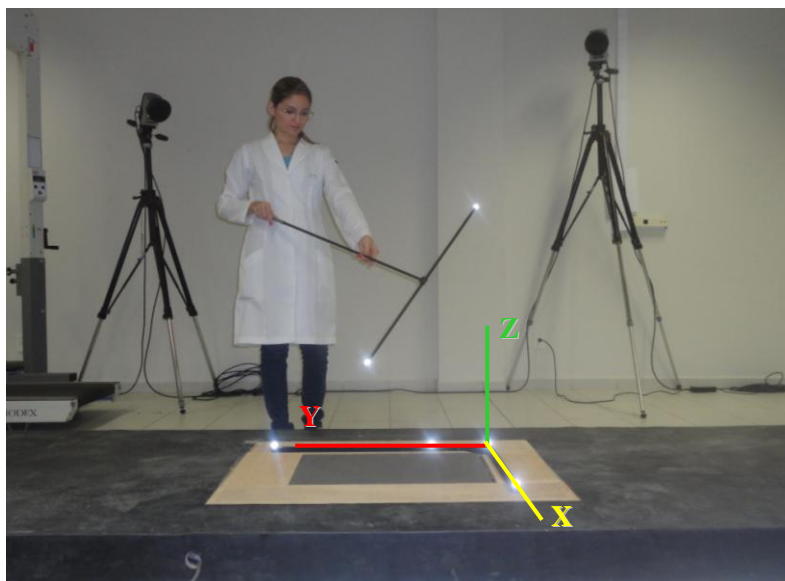


Figura 3. Instrumentos e posicionamento para calibração com representação esquemática dos eixos de coordenadas (X, Y e Z).



Figura 4. Televisor e dispositivo kinect.

## 2.6. Procedimentos

Após serem explicados os objetivos e procedimentos da pesquisa e assinado o TCLE, os indivíduos foram submetidos a uma avaliação inicial que consistia em uma avaliação clínica (os saudáveis preencheram apenas os dados da identificação) (Apêndice 2), do estado cognitivo e análise cinemática de membro superior. Os pacientes realizaram também o exame neurológico, avaliação da função motora e do

estado funcional. O diagnóstico clínico foi estabelecido através de Tomografia Computadorizada que determinou a localização da lesão e o tipo de AVC.

Para a análise cinemática, os participantes do sexo masculino deveriam estar sem camisa e as mulheres com uma blusa sem manga, para o devido posicionamento dos marcadores. Estes, em número de 12, foram posicionados no processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7), articulação acrômio-clavicular, porção lateral do acrômio, 3 marcadores na face látero-posterior do braço, epicôndilo lateral e medial do úmero, face posterior do antebraço, processos estilóides do rádio e da ulna e face dorsal do 3<sup>o</sup> metacarpo.

Após o posicionamento dos marcadores, foi iniciada a coleta estática, na qual o participante permanecia sentado em um banco, com 46 centímetros de altura. Os pés permaneciam firmes no chão e o membro superior avaliado em posição anatômica. Esta captura teve duração de 10 segundos (Figura 5).

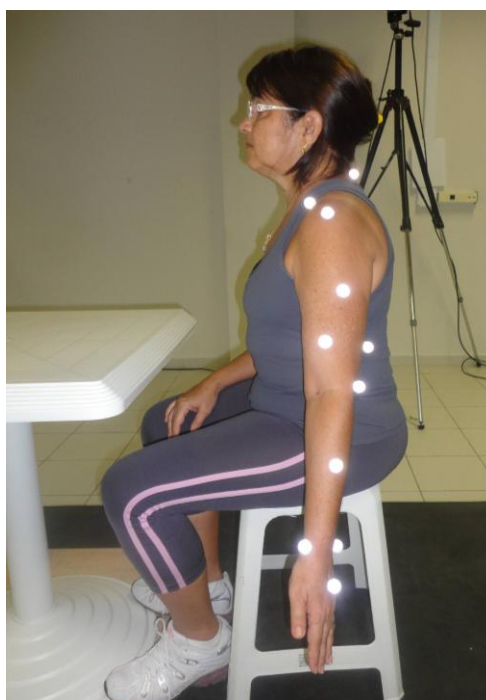


Figura 5. Posicionamento do participante durante a coleta estática.

A partir de então, foram retirados os marcadores de ombro e cotovelo, para a realização da atividade de beber água (coleta dinâmica). Para tal, foi posicionada uma mesa à frente do participante, de material plástico, com 73 centímetros de altura e com superfície de 60 x 60 centímetros. No centro da mesa foi posicionado

um copo de material acrílico, com capacidade para 200 mililitros, preenchido com metade da capacidade.

A mesa estava posicionada a uma distância tal do banco que permita que o paciente realizasse a atividade de beber água, sem deslocar o tronco em rotação ou em flexão e que, na posição inicial, mantivessem a mão apoiada na borda da mesa, o cotovelo flexionado em aproximadamente 90° e o braço na vertical e próximo ao corpo<sup>10</sup> (Figura 6).

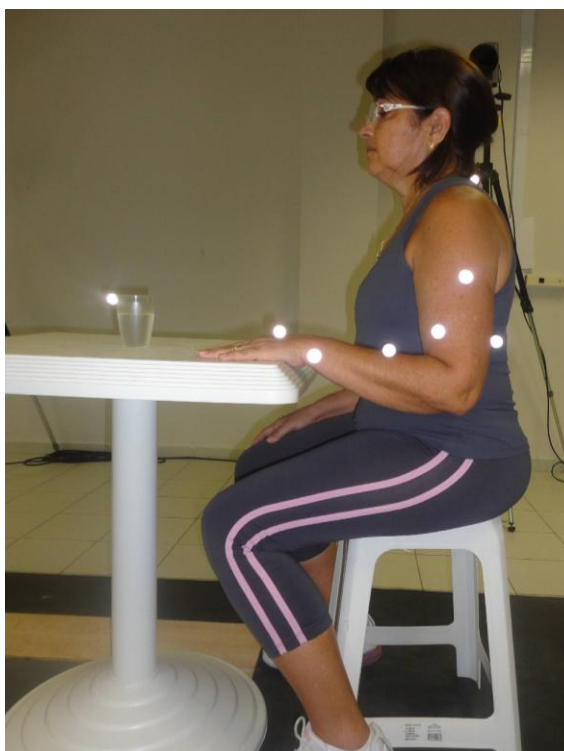


Figura 6. Posicionamento do participante para a coleta dinâmica.

A atividade de beber água incluía alcançar, pegar o copo, levá-lo da mesa e beber um gole; retornar o copo ao centro e voltar a mão à posição inicial. Os participantes eram instruídos a manterem o seu tronco o mais reto possível sem realizar movimentos compensatórios, porém, estes movimentos foram permitidos, se necessário<sup>7</sup>. Esta atividade foi realizada até serem obtidas cinco boas coletas.

Antes de iniciar a coleta, o paciente, já posicionado, realizou a atividade em questão a fim de se familiarizar e o examinador se certificar de que ele entendeu a tarefa corretamente. A atividade foi realizada e avaliada em ambos os membros superiores dos participantes, iniciando com a avaliação do membro a ser treinado.

Após a avaliação, os participantes fizeram uso do XBOX 360®, permanecendo em pé na frente do sensor do kinect a 2 metros de distância (Figura 7). Foi escolhido um personagem avatar no arquivo do jogo, com características de sexo, idade e físicas mais próximas do participante.



Figura 7. Distância entre o participante e o televisor

Os pacientes realizaram o treino com o membro superior afetado, direito e esquerdo. Os indivíduos saudáveis, de acordo com o pareamento pela idade, sexo e escolaridade, treinaram com o membro superior correspondente ao paciente pareado, com os membros direito e esquerdo.

O jogo correspondente ao treino foi o minijogo de tênis de mesa do jogo Kinect Sports®, “Raquete em pânico”. Nesse jogo o *avatar* do participante tinha raquetes nas mãos e com a mão solicitada rebatia as bolas que outro jogador lançava. A outra mão do participante permanecia para baixo, espalmada na lateral da coxa, para que o participante não rebatesse bolas com ela.

As bolas acertadas eram computadas como um ponto cada. O participante tinha 45 segundos para acertar o maior número de bolas que conseguisse. A tela do jogo fornecia um contador regressivo do tempo e o número de acertos no canto superior esquerdo para conhecimento do jogador (Figura 8). Ao término dos 45 segundos o indivíduo teria o seu score final, o qual era registrado na ficha de acompanhamento do treino (Apêndice 3) e a pontuação recorde do jogo. O indivíduo era, então, sempre estimulado a obter uma pontuação muito próxima do seu recorde ou ultrapassá-lo.



Figura 8. Vista da tela apresentada ao participante. No canto superior esquerdo: imagem do avatar, número de bolas acertadas e contador regressivo do tempo. O avatar é representado de costas e em transparência.

Durante os 45 segundos, eram lançadas 60 bolas para o participante, inicialmente numa frequência de 1 bola por segundo, progredindo gradualmente até chegar em 2 bolas por segundo. Os participantes eram encorajados, por meio de comando verbal, a acertarem mais bolas.

Para acertar a bola o indivíduo realizava o movimento de flexão do ombro com extensão do cotovelo, nas direções para frente e para os lados, dependendo da direção em que a bola era lançada. Geralmente os indivíduos se preparavam para a primeira bola com a mão posicionada à frente da região do umbigo.

Cada tentativa não era exatamente igual à anterior. As mesmas diferiam quanto a localização onde cada bola era jogada, porém mantinham os padrões de velocidade e distância do paciente na qual a bola se encontrava no momento de rebater, mantendo o jogo no mesmo nível de dificuldade.

Cada participante realizou 10 tentativas, com descanso de 45 segundos entre as mesmas. Após um intervalo de 15 minutos de descanso, os participantes realizaram uma outra bateria de jogos, igualmente à primeira, totalizando um tempo de 30 minutos de treinamento.

Antes de ser iniciado o treino, foi realizada a familiarização com o jogo, foram explicados os procedimentos do jogo, e o participante realizou uma tentativa antes do início do treino.

A pressão arterial dos participantes foi aferida antes, no intervalo das baterias, após o treino e anotadas na ficha de acompanhamento do treino (Apêndice 3).

Depois de decorridos 5 minutos do término do treino, outra avaliação cinemática foi realizada nos mesmos padrões e protocolos da avaliação inicial, porém, desta vez apenas do membro superior treinado.

Para redução dos dados da cinemetria, estes foram processados no *software Qualisys Track Manager 2.6 – QTM*, no qual foram nomeados os marcadores e feita a seleção automática das trajetórias de cada um desses marcadores. Caso houvesse alguma obstrução ou impossibilidade de um marcador ser visto por pelo menos duas câmeras, foi permitida interpolação de no máximo 10 quadros (*frames*). O processo de interpolação utiliza um algoritmo que reconstrói a possível trajetória do marcador perdido. Foram selecionados 5 coletas dinâmicas para serem exportadas e processadas no *software Visual 3D*.

No *Visual 3D*, pode-se construir um modelo biomecânico para análise, utilizando as coletas estáticas com seus marcadores e os dados antropométricos (peso e altura). As marcas anatômicas localizadas no ombro, braço e cotovelo foram utilizadas para definir o segmento “braço” e os marcadores do cotovelo, antebraço e punho definiram o segmento “antebraço”.

Para eliminar os ruídos provocados pela movimentação dos marcadores, foi usado um filtro passa-baixa (*low Pass Butterworth*), com frequência de corte estabelecida em 6 Hz às trajetórias dos marcadores.

A fim de obter os deslocamentos angulares de cada articulação, foi necessária a associação dos segmentos, considerados, nesse modelo, como corpos rígidos, com um sistema de coordenadas que utiliza a sequência dos ângulos de Cardan. Nesse estudo, a posição de referência ou anatômica foi considerada como posição neutra. O ângulo do ombro foi obtido pela associação do segmento braço com o sistema de coordenadas virtuais do laboratório. O ângulo do cotovelo, por sua vez, foi obtido pelos deslocamentos entre o braço e o antebraço.

De um total de 5 ciclos processados, apenas os 3 ciclos mais homogêneos foram selecionados. A partir daí foram investigados os deslocamentos angulares do ombro e cotovelo no plano sagital.





Figura 9. Desenho do estudo.

## 2.7 Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada através do programa SPSS 17.0 (*Statistical Package for the Social Science*) atribuindo-se o nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos. Primeiramente, foi feita a análise descritiva das variáveis demográficas e clínicas (sexo, tipo do AVC, idade, escolaridade, tempo de lesão, escores da escalas NIHSS, MEEM, MIF e Ashworth), por meio das medidas de tendência central e dispersão.

O teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Shapiro-Wilk foi usado para verificar a normalidade de distribuição dos dados. Em seguida, o teste t´Student não-pareado foi aplicado para comparar os dados demográficos e antropométricos de pacientes e saudáveis e os dados clínicos dos grupos de pacientes com hemiparesia direita e esquerda.

Foi aplicada a ANOVA de medidas repetidas, com teste *post hoc* de Bonferroni, utilizando os fatores: desempenho no teste de acordo com as tentativas realizadas e grupo de intervenção, para as variáveis da cinemetria e quanto ao



número de acertos, de modo a verificar a diferença entre pacientes e saudáveis, no pré e pós-treinamento. Para analisar em que grupos havia diferença, quanto às variáveis de desempenho e cinemáticas, foram aplicados o teste t´Student não-pareado (avaliação e reavaliação) e o teste t´Student pareado (pacientes e saudáveis).

As correlações entre o desempenho dos pacientes e suas variáveis clínicas e demográficas foram analisadas por meio do teste de correlação de Pearson.

### **3 RESULTADOS**

As características antropométricas, sócio-demográficas e da função cognitiva dos grupos de pacientes e de saudáveis estão apresentadas na Tabela 1. Pela análise estatística realizada não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, com exceção do escore do MEEM (estado cognitivo).

Tabela 1. Comparação entre pacientes e saudáveis quanto à idade, escolaridade, peso, altura e MEEM.

	<b>Pacientes</b>	<b>Saudáveis</b>	<b>p</b>
Idade (anos)	50,6 ± 9,2	50,9 ± 8,8	0,93
Escolaridade (anos)	9,9 ± 3,4	11,3 ± 1,7	0,11
Peso (kg)	72,4 ± 11,7	67,7 ± 12,3	0,23
Altura (cm)	1,59 ± 0,06	1,61 ± 0,07	0,30
MEEM (escore)	22,5 ± 4,2	27,9 ± 1,9	0,001

De acordo com as características clínicas dos grupos de pacientes, verificou-se que não houve diferença significativa entre os pacientes com hemiparesia direita e esquerda quanto ao tempo de AVC, ao grau de comprometimento neurológico (NIHSS), a independência funcional (MIF), ao comprometimento motor do membro superior (Fugl-Meyer), a função cognitiva (MEEM) e quanto ao tônus muscular Ashworth (Tabela 2).

Tabela 2. Características clínicas dos grupos de pacientes com hemiparesia direita e esquerda.

	<b>Hemiparesia direita</b>	<b>Hemiparesia esquerda</b>	<b>p</b>
Tempo de AVC (meses)	25,1 ± 14,1	24,6 ± 11,4	0,93
NIHSS (escore)	3,1 ± 2,1	2,4 ± 1,1	0,37
MIF (escore)	73,5 ± 4,8	72,6 ± 6,4	0,72
Fugl-Meyer (escore)	50,8 ± 7,1	49,9 ± 9,7	0,81
MEEM (escore)	21,1 ± 4,3	24 ± 3,8	0,12
Ashworth (escore)	1,79 ± 0,7	1,63 ± 0,5	0,56

Ao comparar o desempenho dos participantes pela ANOVA, observou-se diferença significativa no número de acertos entre o grupo de pacientes e saudáveis de acordo com as tentativas, no qual os pacientes apresentaram um desempenho inferior aos saudáveis em todas as tentativas realizadas (Figura 10).

Foi verificado que os indivíduos saudáveis obtiveram melhora do desempenho iniciando o treino com uma média de acertos na primeira tentativa de 24,0 ( $\pm 6$ ), terminando o treino, na vigésima tentativa com uma média de acertos de 37,7 ( $\pm 8$ ) ( $p=0,001$ ). Os pacientes, também obtiveram melhora do desempenho, com uma média de acertos de 15,3 ( $\pm 2$ ) na tentativa 1 e terminando o treino com número de certos de 24,0 ( $\pm 5$ ) ( $p=0,001$ ) na tentativa 20 (Figura 10).

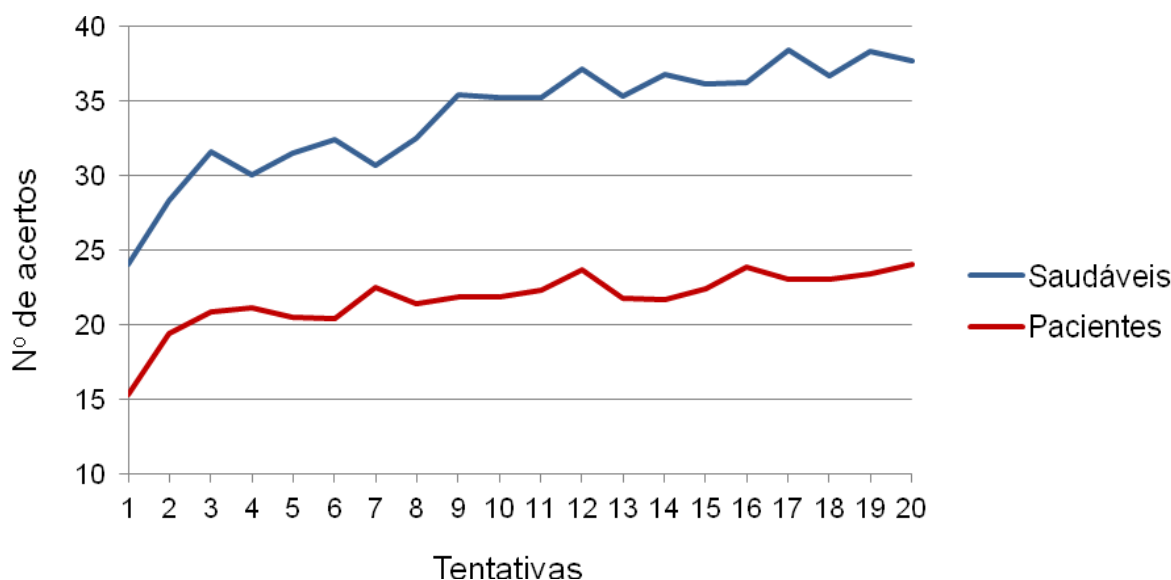


Figura 10. Desempenho de pacientes e saudáveis quanto ao número de acertos nas 20 tentativas. Diferença significativa entre pacientes e saudáveis de acordo com as tentativas ( $p=0,008$ ), no qual os pacientes apresentaram um desempenho inferior aos saudáveis em todas as tentativas realizadas ( $p<0,05$ ).

Ao serem correlacionadas as variáveis clínicas e sócio-demográficas dos pacientes com o desempenho no jogo (Tabela 3), observou-se que houve uma correlação positiva com o escore da escala de Fugl-Meyer e uma correlação negativa com o escore da escala de Ashworth.

Tabela 3. Correlação entre o desempenho no jogo (nº de acertos) dos pacientes e suas características sócio-demográficas, através do teste de correlação de Pearson.

Variáveis	Desempenho (nº de acertos)	
	r	p
Idade (anos)	-,091	0,70
Escolaridade (anos)	-,115	0,63
Tempo de AVC (meses)	-,038	0,87
Fugl-Meyer (escore)	,589	0,001*
MEEM (escore)	,087	0,71
Ashworth (escore)	-,440	0,04*
MIF (escore)	-,002	0,99
NIHSS (escore)	-,394	0,08

\* p valor significativo.

Quanto à análise cinemática, foram registrados os ângulos das articulações do ombro e cotovelo durante a realização da atividade de beber água.

Nessa atividade, o participante iniciou o teste com a mão em cima da mesa (Figura 11 – 1); durante o alcance do copo, o indivíduo realizava uma flexão de ombro e extensão de cotovelo (Figura 11 – 2); ao levar o copo à boca, o cotovelo seguia em flexão e o ombro estendia num momento inicial (Figura 11 – 3) e flexionava posteriormente; ao beber a água, o cotovelo se mantinha no mesmo grau de flexão e o ombro seguia em movimento de flexão (Figura 11 – 4); ao devolver o copo à mesa o cotovelo seguia estendendo e o ombro estendia em um momento inicial (Figura 11 – 3) e flexionava posteriormente (Figura 11 – 2); e, ao voltar à posição inicial, o ombro estendia e o cotovelo realizava uma leve flexão (Figura 11 – 1).

Ao se comparar o desempenho dos pacientes com hemiparesia esquerda com o membro superior esquerdo dos indivíduos saudáveis, durante a avaliação inicial, foi observada diferença significativa na angulação da articulação do ombro, nas frações de tempo de 53 a 67 (valor de p entre 0,036 e 0,048) indicando que os pacientes realizaram menos flexão do ombro no momento de retornar o copo à mesa (Figura 12).



Figura 11. Movimentos de ombro e cotovelo durante a atividade de beber água. Quadro 1 – Posição inicial; 2 – Pegando o copo; 3 – Levando o copo à boca; 4 – Bebendo água. A seta superior representa a sequência de levar o copo à boca e a seta inferior representa a sequência de devolver o copo.

Quanto a articulação do cotovelo, foi observada diferença significativa nas frações de tempo entre 74 e 80 ( $p$  valor de 0,031 a 0,047), indicando que os pacientes realizavam uma menor extensão no momento de devolver o copo a mesa. Essas diferenças não existiram mais ao ser comparada a reavaliação dos pacientes com a avaliação dos saudáveis, tanto para o ombro quanto para o cotovelo, indicando uma aproximação do padrão de movimento entre pacientes e saudáveis após o treino (todas as frações de tempo  $p > 0,05$ ) (Figura 12).

Analisando especificamente o grupo de pacientes com hemiparesia esquerda, observou-se diferença significativa antes e após o treino, nas frações de tempo de 36 a 46 ( $p$  valor variando entre 0,019 e 0,045) e de 52 a 66 ( $p$  valor entre 0,002 e 0,048), da articulação do ombro, indicando que durante o movimento de levar o copo à boca e devolver o copo a mesa, os indivíduos realizaram mais flexão do ombro após o treino. Para a articulação do cotovelo também houve diferença significativa antes e após o treino, na fração de tempo 81 ( $p=0,048$ ), indicando uma maior extensão do cotovelo durante o movimento de devolver o copo a mesa após o treino (Figura 12).

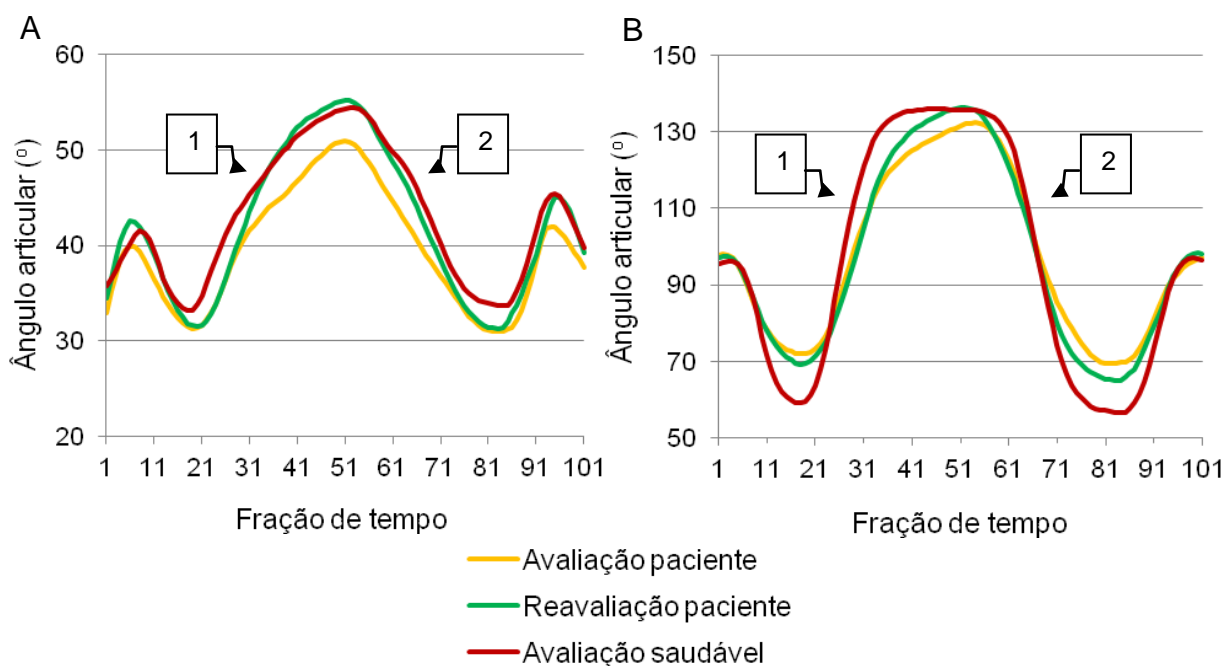


Figura 12. Ângulos das articulações do ombro (A) e cotovelo (B) dos pacientes com hemiparesia esquerda na avaliação e na reavaliação após o treino; e do membro superior esquerdo dos indivíduos saudáveis na avaliação. Os maiores valores representam a posição de flexão e os menores valores representam a posição de extensão de acordo com as frações do tempo total de realização da atividade de beber água. A curva 1 representa o momento de levar o copo a boca; a curva 2 representa o momento de devolver o copo a mesa.

Comparando o desempenho dos pacientes com hemiparesia direita e o desempenho do membro superior direito dos indivíduos saudáveis, observou-se uma diferença significativa na angulação do ombro na etapa de avaliação nas frações de tempo de 29 a 36 (p valor de 0,031 a 0,046); e entre a reavaliação dos pacientes e a avaliação dos saudáveis, verificou-se diferença nas frações de tempo de 65 a 77 (p valor variou entre 0,022 e 0,041) (Figura 13). Esses resultados indicam que na avaliação dos pacientes, estes realizavam menos flexão da articulação do ombro durante o momento de levar o copo a boca, não sendo mais evidenciado na reavaliação. Após o treino, realizaram menos flexão do ombro do que os saudáveis no início do movimento de levar o copo de volta a mesa.

Quanto à articulação do cotovelo, observou-se diferença entre a avaliação de pacientes e saudáveis nas frações de tempo de 31 a 37 (p valor de 0,035 a 0,049), de 56 a 63 (p valor de 0,031 a 0,042), 87 (p=0,045) e 88 (p=0,040), indicando que os

pacientes realizavam menos flexão no momento final de levar o copo à boca e no inicial de devolver o copo, e menos extensão do cotovelo ao soltar o copo e colocar a mão na posição inicial. Na reavaliação dos pacientes com a avaliação dos saudáveis, observou-se diferença nas frações de tempo entre 37 e 66 ( $p$  valor de 0,003 a 0,044), indicando que não houve uma aproximação do padrão de movimento dos pacientes com relação ao dos saudáveis (Figura 13).

Ao analisar especificamente os pacientes com hemiparesia direita não foi observada diferença significativa entre a avaliação e a reavaliação quanto às angulações de ombro e cotovelo durante a atividade de beber água (para todas as frações de tempo  $p > 0,05$ ) (Figura 13).

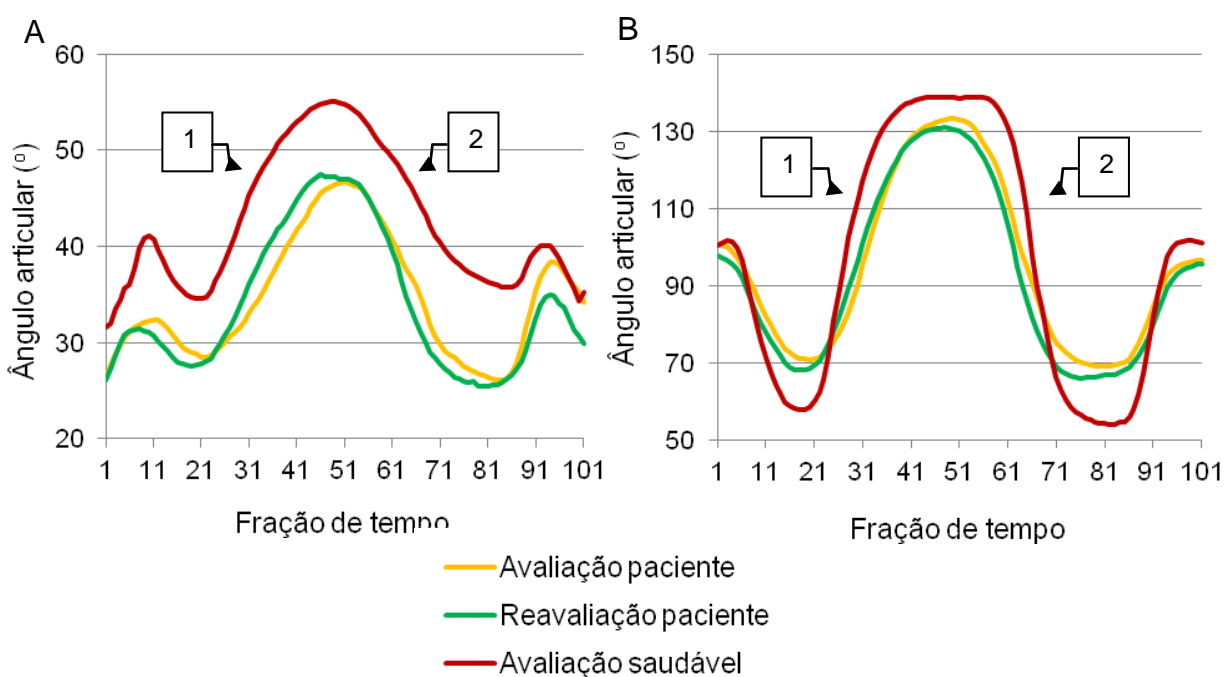


Figura 13. Ângulos das articulações do ombro (A) e cotovelo (B) dos pacientes com hemiparesia direita na avaliação e na reavaliação após o treino; e do membro superior direito dos indivíduos saudáveis na avaliação. Os maiores valores representam a posição de flexão e os menores valores representam a posição de extensão de acordo com as frações do tempo total de realização da atividade de beber água. A curva 1 representa o momento de levar o copo a boca; a curva 2 representa o momento de devolver o copo a mesa.



## **4 DISCUSSÃO**

O presente estudo objetivou avaliar o desempenho motor de pacientes com AVC no jogo de tênis de mesa do XBOX Kinect, um jogo de vídeo-game baseado em realidade virtual.

Antes do treino, não foram verificadas diferenças significativas entre pacientes e saudáveis, quanto à idade, escolaridade, peso e altura. Quanto aos grupos de pacientes com hemiparesia direita e esquerda, também não houve diferença significativa entre as variáveis clínicas estudadas. Esses resultados indicam a homogeneidade da amostra. Além disso, foi verificado que os pacientes apresentavam menor escore no teste cognitivo em relação aos saudáveis, o que era esperado devido ao comprometimento cerebral dos pacientes<sup>41</sup>.

Os pacientes com AVC apresentaram uma melhora no desempenho motor, demonstrado pelo aumento da pontuação em cada tentativa do jogo. O mesmo aconteceu com os indivíduos saudáveis, porém, os pacientes apresentaram desempenho inferior a estes em todas as tentativas do jogo. Há evidências de que o desempenho dos pacientes do estudo esteve relacionado com o nível de comprometimento motor do membro superior e com o grau de espasticidade, conforme demonstra a análise de correlação, e o estado cognitivo possivelmente não teve influência, pois não foi encontrada correlação significativa. A literatura mostra que os comprometimentos motores de membro superior, incluindo a hemiparesia, incoordenação e espasticidade afetam o movimento normal, levam a uma postura anormal, colocando o estresse sobre as articulações e complicando ainda mais as atividades funcionais dos pacientes<sup>42</sup>, o que pode justificar a diferença encontrada entre pacientes e saudáveis no nosso estudo.

Por outro lado, o que pode ter influenciado a melhora do desempenho dos pacientes ao longo das tentativas, diz respeito ao tipo de tarefa realizada, pois estudos mostram que a aprendizagem motora de tarefas dinâmicas em ambientes imprevisíveis podem ser preservadas após o AVC, e que estas atividades podem servir como novas ferramentas na reabilitação dos pacientes<sup>43,44</sup>. Além disso, apenas os pacientes fortemente motivados aceitam o regime de treino intensivo em programas terapêuticos<sup>45,46</sup>. De fato, programas de exercícios de alta intensidade são muitas vezes acompanhados de baixa adesão dos participantes. Assim, quando o paciente tem um maior “foco” no jogo do que na sua incapacidade, os exercícios se tornam mais agradáveis, motivando os pacientes e estimulando-os a manter o desempenho em muitas tentativas e por um tempo mais longo de reabilitação,

necessários para induzir alterações plásticas no sistema nervoso central<sup>47</sup>. Nesse sentido, o jogo de realidade virtual, pela abordagem divertida e interativa, pode ter motivado os pacientes a aumentarem sua participação<sup>48,49</sup>.

Associado a melhora do desempenho, alguns estudos vem mostrando que a realidade virtual pode estimular uma ativação cortical mais eficaz. Granek e colaboradores<sup>50</sup>, ao compararem não-jogadores e jogadores experientes em jogos de video-game, verificaram uma ativação neuronal mais eficiente no movimento de alcance nos jogadores experientes, incluindo o córtex pré-frontal, pré-motor, sensorio-motor primário e córtex parietal. Essas mudanças na ativação estão supostamente relacionadas ao maior controle motor imediato e atenção espacial necessários para a execução do jogo.

Além disso, o treino repetitivo e intensivo, a observação, a prática e a representação na tela de uma tarefa específica podem promover alterações corticais após lesão cerebral, facilitando os mecanismos de plasticidade neuronal dependentes do uso/prática, relacionados ao sistema de neurônios espelho e a efeitos de potenciação de longo prazo<sup>25,51</sup>.

Por isso, após treino com realidade virtual, pode ser observada a indução e promoção de uma reorganização dependente da prática, resultado do aumento do uso do membro em tarefas motoras relevantes, levando a uma melhora da organização cortical do membro afetado do hemisfério contralesional para o ipsilesional, inibindo a ativação cortical contralesional, e a um aumento da ativação do córtex sensorio-motor primário. Presumidamente, pode estar ocorrendo também uma aprendizagem por imitação, a qual induz uma reorganização na região do córtex motor, por meio da rede neuronal do sistema de neurônios espelho<sup>20</sup>. Há evidências de que tanto a observação da ação quanto a execução imitativa envolvem uma rede neural entre os córtex premotor ventral e parietal inferior, os quais formam o circuito de neurônios espelho fronto-parietal, responsável pelo reconhecimento, processamento conceitual e objetivo da ação<sup>52,53,54</sup>.

Os estudos longitudinais realizados com jogos baseados em realidade virtual para reabilitação do membro superior encontraram melhoras na função motora de pacientes com AVC agudo, subagudo e crônico.

Saposnik e colaboradores<sup>25</sup> fizeram um treino com pacientes no estágio agudo do AVC, com o jogo Nintendo Wii, em 8 sessões de 60 minutos e compararam com um outro grupo que recebeu terapia recreacional. Os usuários do

jogo obtiveram uma melhora na função motora do membro superior aos do outro grupo, demonstrada pelo escore do Teste de Função Motora de Wolf. Loh e colaboradores<sup>22</sup> também utilizaram o Wii, porém em pacientes com AVC subagudo, em 6 sessões de 30 minutos, em associação à terapia convencional, encontrando melhora significativa na função motora do membro superior parético. Jang e colaboradores<sup>20</sup> utilizaram um jogo baseado em realidade virtual em pacientes crônicos, em 20 sessões de 60 minutos, alterações plásticas neuronais e uma recuperação do membro superior afetado associada. Sendo assim, apesar de os estudos terem amostras pequenas, pode-se dizer que há uma indicação de que o treino pode promover alterações no quadro motor e funcional do membro superior afetado por meio de uma reorganização cortical em pacientes em todos os estágios de recuperação da patologia.

A recuperação ou incremento da função do membro superior parético dos pacientes com AVC tem papel importante para a realização das atividades de comer, beber, se vestir e atividades de lazer<sup>43</sup>. O movimento de alcance e de preensão é importante para uma diversidade de habilidades motoras e resulta da ação coordenada de músculos e articulações envolvidas<sup>55</sup>. Qualquer perda da função neural decorrente do AVC pode afetar então a habilidade de iniciar o movimento, coordenar os músculos e de usar o feedback dos sistemas sensoriais, por isso, a acurácia do movimento fica comprometida, principalmente nestes movimentos que envolvem múltiplas articulações<sup>56</sup>.

Por isso, a avaliação cinemática em três dimensões é tão importante, podendo detectar alterações no comportamento, que muitas vezes são subclínicas, mas que interferem diretamente na atividade e participação do indivíduo<sup>57</sup>. Essa técnica já vem sendo utilizada em pacientes com AVC, com pesquisas clínicas e modelos biomecânicos de membros inferiores e marcha, porém é ainda pouco estudada em avaliações de membros superiores e, quando utilizada, avalia, em sua maioria, movimentos isolados como os de apontar e alcançar, sendo poucos estudos encontrados com movimentos funcionais, tais como o de beber água<sup>13,58,59</sup>.

No nosso estudo, o movimento de beber água foi analisado, sendo observado que os pacientes com hemiparesia esquerda apresentaram um padrão de angulação de ombro e cotovelo ao beber água diferente dos saudáveis antes do treino; mostrando menos flexão de ombro ao levar o copo a boca e devolver o copo a mesa e uma menor extensão de cotovelo ao devolver o copo. No entanto, após o treino

houve uma aproximação do padrão de angulação das articulações ao comparar a reavaliação dos pacientes com a avaliação dos saudáveis, não existindo mais diferença entre os grupos.

Quanto aos pacientes com hemiparesia direita, estes também apresentaram padrão de angulação de ombro e cotovelo na atividade de beber água diferente dos indivíduos saudáveis antes do treino, realizando menos flexão do ombro e cotovelo ao levar o copo à boca; menos flexão de cotovelo ao início do movimento de devolver o copo à mesa; e menos extensão de cotovelo ao soltar o copo na mesa. Entretanto, após o treino, estes pacientes não obtiveram melhora do padrão do movimento da atividade de beber água durante os momentos citados acima, pois as diferenças entre os grupos permaneceram.

Dessa forma, a análise cinemática realizada no presente estudo apontou que as alterações de padrão de movimento foram encontradas em um momento importante e de elevada dificuldade da atividade de beber água, o de devolver o copo à mesa, visto que nesse momento o indivíduo já se encontrava com o objeto na mão, o qual fornece algum tipo de resistência devido ao peso do volume de água, e, além disso, exige uma melhor precisão no controle do movimento para vencer a espasticidade dos flexores de cotovelo e para não derramar o conteúdo de dentro do copo. Estudos mostram que o uso de um objeto real pode melhorar o desempenho de indivíduos saudáveis<sup>60,61</sup> e pacientes com AVC<sup>62</sup>, traduzido por um movimento acurado e com uma maior precisão métrica.

Interessante observar que a melhora do padrão de movimento dos pacientes com hemiparesia esquerda se deu no momento de devolver o copo à mesa, movimento com componentes semelhantes ao realizado durante o jogo, visto que para rebater as bolas, os participantes realizavam uma flexão de ombro e extensão de cotovelo, buscando afastar a mão do corpo. Assim, pode ter ocorrido uma transferência de aprendizagem de habilidades motoras, na qual uma habilidade praticada anteriormente tem influência sobre o desempenho de uma habilidade em outro contexto ou na aprendizagem de uma nova habilidade. Esse processo de transferência positiva é influenciado pela existência de algumas similaridades entre duas tarefas, ou entre semelhanças de situações, ou entre respostas de movimentos de duas tarefas ou entre o estímulo e resposta<sup>63</sup>.

Os resultados apontaram que os pacientes com hemiparesia esquerda obtiveram melhora motora após o treino realizado, o que não aconteceu da mesma

forma com os pacientes com hemiparesia direita. Essa diferença de resultados pode estar relacionada com a especialização hemisférica. Estudos mostram que o hemisfério cerebral esquerdo é mais envolvido no planejamento motor e na coordenação inter-articular do movimento. Déficitis na habilidade de coordenar as ações musculares durante ações com um objetivo específico são encontradas após lesão cerebral esquerda e não na lesão direita, podendo causar desempenhos menos eficientes em testes funcionais envolvendo movimentos multiarticulares<sup>10,11</sup>.

Além disso, o hemisfério cerebral esquerdo também é predominantemente envolvido em um dos aspectos da memória espacial, na qual a informação sobre a posição de um objeto é combinada com associações entre identidades e localização de outros objetos (posição relativa), habilidade utilizada na maioria das atividades do dia-a-dia, principalmente as que há a necessidade de traçar uma rota ou caminho<sup>64</sup>.

Todas essas informações podem explicar a falta de melhora no desempenho de pacientes com hemiparesia direita em relação aos indivíduos saudáveis, sugerindo que os jogos de realidade virtual possam ter melhor efeito em pacientes com hemiparesia esquerda, os quais se beneficiaram dos mecanismos de neuroplasticidade pelo aumento do uso e associado a ativação dos sistemas de neurônios espelho.

O presente estudo teve as limitações de não ter avaliado o tempo de execução do movimento, a velocidade e a aceleração do mesmo, para que pudesse ser feita uma análise cinemática mais ampla. Outra limitação foi a impossibilidade de correlacionar as áreas cerebrais afetadas com o desempenho dos pacientes, em função dos exames de neuroimagem terem sido realizados em diferentes hospitais, não permitindo a padronização dos laudos médicos. No entanto, o estudo pode trazer uma importante contribuição para o processo de reabilitação motora dos pacientes com AVC, no que diz respeito à introdução de novas técnicas de tratamento que estimulem a neuroplasticidade.

## **5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pelos resultados encontrados, pode-se concluir que os pacientes no estágio crônico do AVC, melhoraram o desempenho motor, caracterizado pelo número de acertos, durante o treino com o jogo de tênis de mesa do XBOX Kinect; e os piores desempenhos dos pacientes estavam relacionados a um comprometimento motor e um nível de espasticidade mais acentuado.

Os pacientes com hemiparesia esquerda se beneficiaram mais do treino com o jogo e se aproximaram do padrão de movimento dos indivíduos saudáveis, quanto às angulações de ombro e cotovelo da atividade funcional de beber água, parecendo responder melhor ao uso de jogos baseados em realidade virtual em detrimento dos pacientes com hemiparesia direita; o que deve ser levado em consideração na reabilitação motora desses indivíduos.

Estudos futuros devem avaliar os efeitos dessa terapia por um período mais longo de tempo, com mais sessões de intervenção e de forma intensiva, nos pacientes no estágio crônico do AVC, no que diz respeito a reabilitação motora, cognitiva e funcional destes e verificar também por quanto tempo esses efeitos podem perdurar nessa população.



## **6 REFERÊNCIAS**

1. Rafii MS, Hillis AE. Compendium of cerebrovascular diseases. *Int Rev Psychiatry* 2006; 18(5):395-407.
2. Caneda MAG, Fernandes JG, Almeida AG, Mugnol FE. Confiabilidade de escalas de comprometimento neurológico em pacientes com Acidente Vascular Cerebral. *Arq Neuropsiquiatr* 2006; 64(3-A):690-97.
3. Lotufo PA, Bensenor IM. Stroke mortality in Brazil: one example of delayed epidemiological cardiovascular transition. *Int J Stroke* 2009; 4:40-41.
4. Lotufo PA. Stroke in Brazil: a neglected disease. *Sao Paulo Med J* 2005; 123:3-4.
5. Johnston SC, Mendis S, Mathers CD. Global variation in stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance, and modelling. *Lancet Neurol* 2009; 8:345-54.
6. Goulart AC, Bustos IR, Abe IM, Pereira AC, Fedeli LM, Bensenor IM, Lotufo PA. A stepwise approach to stroke surveillance in Brazil: the EMMA (Estudo de Mortalidade e Morbidade do Acidente Vascular Cerebral) study. *Int J Stroke* 2010; 5:284-89.
7. Desrosiers J, Malouin F, Richards C, Bourbonnais D, Rochette A, Bravo G. Comparison of changes in upper and lower extremity impairments and disabilities after stroke. *Int J Rehabil Res* 2003; 26:109-16.
8. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol* 2009; 8:741-54.
9. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke Care 2: Stroke Rehabilitation. *Lancet Neurol* 2011; 377:1693-702.
10. Schaefer SY, Haalande KY, Sainburg RL. Hemispheric specialization and functional impact of ipsilesional deficits in movement coordination and accuracy. *Neuropsychologia* 2009; 47:2953-66.
11. Sabaté M, González B, Rodríguez M. Brain lateralization of motor imagery: motor planning asymmetry as a cause of movement lateralization. *Neuropsychologia* 2004; 42:1041-49.
12. Falcão IV, Carvalho EMF, Barreto KML, Lessa FJD, Leite VMM. Acidente vascular cerebral precoce: implicações para adultos em idade produtiva atendidos pelo sistema único de saúde. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2004; 4:95-102.
13. Murphy MA, Willén C, Sunnerhagen KS. Kinematic Variables Quantifying Upper-Extremity Performance After Stroke During Reaching and Drinking From a Glass. *Neurorehabil Neural Repair* 2011; 25(1):71-80.

14. Geyth S, Cieza A, Schouten J, Dickson H, Frommelt P, Omar Z, Kostanjsek N, Ring H, Stucki G. ICF Core Sets for stroke. *J Rehabil Med Suppl* 2004; 44:135-41.
15. Lynch D, Ferraro M, Krol J, Trudell CM, Christos P, Volpe BT. Continuous passive motion improves shoulder joint integrity following stroke. *Clin Rehabil* 2005; 19:594-99.
16. Richards LG, Stewart KC, Woodbury ML, Senesac C, Cauraugh JH. Movement-dependent stroke recovery: A systematic review and meta-analysis of TMS and fMRI evidence. *Neuropsychologia* 2008; 46:3-11.
17. Oujamaa L, Relave I, Froger J, Mottet D, Pelissier J. Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. *Ann Phys Rehabil Med* 2009; 52:269-29.
18. Page SJ, Gater DR, Bach-y-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85:1377-81.
19. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: A review. *J Bodywork Mov Ther* 2011; 15(4):528-537.
20. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park C, Cho S, Lee H, Kim T. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:2218-23.
21. Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohannon R. Treatment interventions for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabil Neural Repair* 2003; 17:220-26.
22. Loh YJ, Tjan ST, Donald X, Ernest T, Chia PF, Christopher KKW, Kong KH. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *J Rehabil Med Preview* 2010; 42:1-5.
23. Oliveira CEN, Salina ME, Annunziato, NF. Fatores ambientais que influenciam a plasticidade do SNC. *Acta Fisiatr* 2001; 8(1):6-13.
24. Burke JW, McNeill MDJ, Charles DK, Morrow PJ, Crosbie JH, McDonough SM. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *Vis Comput* 2009; 25:1085-99.
25. Saposnik G, Teasell R, Mandani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, Thorpe KE, Cohen LG, Bayley M. effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology

- in stroke rehabilitation: A pilot randomized clinical trial and proof principle. *Stroke* 2010; 41:1477-84.
26. Eng K, Siekierka E, Cameirao M, Zimmerli L, Pykl P, Duff A, Erol F, Schuster C, Bassetti C, Kiper D, Verschure P. Cognitive virtual-reality based stroke rehabilitation. *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering* 2006; 2718-21.
  27. Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cogn Behav Neurol* 2006; 19:55-63.
  28. Celnik P, Webster B, Glasser DM, Cohen LG. Effects of Action Observation on Physical Training after Stroke. *Stroke* 2008; 39:1814-20.
  29. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. The mirror system and its role in social cognition. *Curr Opin Neurobiol* 2008; 18:179-184.
  30. Brott T, Adams Jr HP, Olinger CP, Marler JR, Barsan WG, Biller J, Spilker J, Holleran R, Eberle R, Hertzberg V. Measurement of acute cerebral infarction: A clinical examination scale. *Stroke* 1989; 20:864-70.
  31. Kasner SE. Clinical interpretation and use of stroke scales. *Lancet Neurol* 2006; 5:603-12.
  32. Edwards DF, Hahn M, Baum C, Dromerick AW. The Impact of Mild Stroke on Meaningful Activity and Life Satisfaction. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2006; 15(4):151-57.
  33. Schlegel D, Kolb SJ, Luciano JM, Tovar JM, Cucchiara BL, Liebeskind DS, Kasner SE. Utility of the NIH Stroke Scale as a Predictor of Hospital Disposition. *Stroke* 2003, 34:134-37.
  34. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state", a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12(3):189-98.
  35. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHL, Okamoto OH. Sugestões para o uso do Mini Exame do Estado Mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr* 2003; 61(3-B):777-81.
  36. Riberto M, Miyazaki MH, Juca SS, Sakamoto H, Potiguara P, Pinto N, Battistella LR. Validação da versão brasileira da medida de independência funcional. *Acta Fisiatr* 2004; 11(2):72-76.

37. Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient: 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975; 7:13-31.
38. Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *Int J Rehabil Res* 1981; 4:483-92.
39. Biering-Sørensen F, Nielsen JB, Klinge K. Spasticity-assessment: a review. *Spinal Cord* 2006; 44:708-22.
40. *Qualisys Track Manager 2.6*. Gothenburg, Sweden: Qualisys Medical AB; 2011.
41. Pahlman U, Seavborg M, Tarkowski E. Cognitive Dysfunction and Physical Activity After Stroke: The Gothenburg Cognitive Stroke Study in the Elderly. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2011:1-7.
42. Elovic EP, Brashear A, Kaelin D, Liu J, Millis SR, Barron R, Turkel C. Repeated Treatments With Botulinum Toxin Type A Produce Sustained Decreases in the Limitations Associated With Focal Upper-Limb Poststroke Spasticity for Caregivers and Patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89:799-806.
43. Mukherjee M, Kim SH, Decker L, Liu W. Motor learning of reaching movements in randomized forced fields in chronic stroke subjects. *J Biomech*, Oral presentation on 16th ESB Congress 2008; 41(S1):134.
44. Szturm T, Peters JF, Otto C, Kapadia N, Desai A. Task-Specific Rehabilitation of Finger-Hand Function Using Interactive Computer Gaming. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89:2213-17.
45. Aziproz J, Barrios FA, Carrillo M, Carrillo R, Cerrato A, Hernandez J. Game motivated and constraint induced therapy in late stroke with fMRI studies pre and post therapy. *Proceedings of the 2005 IEEE, Digital Library, Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference in Shanghai 2005*; 3695-98.
46. Page SJ, Levine P, Leonard C. Modified constraint-induced movement therapy in acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabil Neural Repair* 2005; 19:27-32.
47. Lange BS, Requejo P, Flynn SM, Rizzo AA, Valero-Cuevas FJ, Baker L, Winstein C. The Potential of Virtual Reality and Gaming to Assist Successful Aging with Disability *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2010; 21:339-56.
48. Lucca LF. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress? *J Rehabil Med* 2009; 41:1003-06.

49. Serruya MD, Kahana MJ. Techniques and devices to restore cognition. *Behav Brain Res* 2008; 192:149-65.
50. Granek JA, Gorbet DJ, Sergio LE. Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. *Cortex* 2010; 46; 1165-77.
51. Dobkin BH. Training and exercise to drive poststroke recovery. *Nat Clin Pract Neurol*. 2008;4:76–85.
52. Higuchi S, Holle H, Roberts N, Eickhoff SB, Vogt S. Imitation and observational learning of hand actions: Prefrontal involvement and connectivity. *NeuroImage* 2012; 59: 1668-83.
53. Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB. Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav R* 2009; 33:975-80.
54. Schie HT, Waterschoot BM, Bekkering H. Understanding Action Beyond Imitation: Reversed Compatibility Effects of Action Observation in Imitation and Joint Action. *J Exp Psychol Human* 2008; 34(6):1493-1500.
55. Harris-Love ML, Morton SM, Perez MA, Cohen LG. Mechanisms of Short-Term Training-Induced Reaching Improvement in Severely Hemiparetic Stroke Patients: A TMS Study. *Neurorehabil Neural Repair* 2011: 1-14.
56. Kisiel-Sajewicz K, Fang Y, Hrovat K, Yue GH, Siemionow V, Sun C, Jaskólska A, Jaskólski A, Sahgal V, Daly JJ. Weakening of Synergist Muscle Coupling During Reaching Movement in Stroke Patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2011; 25(4):359-68.
57. Novak DA. The impact of stroke on the performance of grasping: Usefulness of kinetic and kinematic motion analysis. *Neurosci Biobehav R* 2008; 32(8):1439-50.
58. Hingtgen B, McGuireb JR, Wanga M, Harrisa GF. An upper extremity kinematic model for evaluation of hemiparetic stroke. *J Biomech* 2006; 39: 681-88.
59. Micera S, carpaneto J, Posteraro F, Cenciotti L, Popovic M, Dario P. Characterization of upper arm synergies during reaching tasks in able-bodied and hemiparetic subjects. *Clin Biomech* 2005; 20:939-46.
60. Elk M, Paulus M, Pfeiffer C, Schie HT, Bekkering H. Learning to use novel objects: A training study on the acquisition of novel action representations. *Conscious Cogn* 2011; 20:1304-14.

61. Hesse C, Franz VH. Grasping remembered objects: Exponential decay of the visual memory. *Vision Res* 2010; 50:2642-50.
62. Wu C, Trombly CA, Lin K, Tickle-Degnen L. A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: influences of object availability. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(1):95-101.
63. Maia RF, Marques MTSP, Oliveira DL, Maia JF. Efeitos da transferência de aprendizagem entre tarefas: saque do voleibol para o saque do tênis. *Rev Mackenzie educ fís esporte* 2007; 6(3):135-44.
64. Kessels RPC, Kappelle J, Haana EHF, Postma A. Lateralization of spatial-memory processes: evidence on spatial span, maze learning, and memory for object locations. *Neuropsychologia* 2002; 40:1465-73.

**7 ANEXOS**



## ANEXO 1

### NIHSS – NATIONAL INSTITUTE HEALTH STROKE SCALE

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Examinador: \_\_\_\_\_

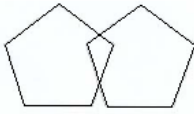
Instruções	Definição de pontuação	Pontos
1a. Nível de consciência	0 = alerta, responde com vivacidade 1 = não está alerta, mas desperta com estímulo menor, obedecendo e respondendo 2 = torporoso, requer estimulação repetida ou dolorosa para responder aos comandos 3 = responde apenas com reflexos motores ou autonômicos, ou totalmente irresponsivo, flácido e arreflexo	
b. Nível de consciência – Perguntas: Qual o mês do ano e qual a sua idade?	0 = responde ambas questões corretamente 1 = responde uma questão corretamente 2 = nenhuma questão é respondida corretamente	
c. Nível de consciência – Solicitar para o paciente fechar e abrir os olhos e fechar e abrir a mão não-parética	0 = executa ambas as tarefas corretamente 1 = executa somente uma tarefa corretamente 2 = nenhuma tarefa é executada corretamente	
2. Olhar – Solicitar movimentos dos olhos para a direita e para a esquerda	0 = normal 1 = paralisia ocular parcial. O movimento ocular é anormal em um ou ambos os olhos, mas não estão presentes desvio forçado do olhar ou paresia total do movimento ocular 2 = desvio forçado ou paresia ocular total não sobrepujada pela manobra oculocefálica	
3. Visual – Solicitar a contagem dos dedos nos quadrantes superiores e inferiores (direito e esquerdo) avaliando cada olho independentemente	0 = sem perda visual 1 = hemianopsia parcial 2 = hemianopsia total 3 = hemianopsia bilateral (cegueira, incluindo a cegueira cortical)	
4. Paralisia facial – Solicitar para o paciente mostrar os dentes ou levantar as sobrancelhas e fechar os olhos	0 = movimento simétrico normal 1 = paralisia leve (sulco nasolabial apagado e assimetria do sorriso) 2 = paralisia parcial (total ou quase total da face inferior) 3 = paralisia completa de um ou ambos os lados (ausência de movimento facial superior e inferior)	
5. Motricidade dos MMSS – Solicitar para o paciente manter o braço em flexão a 45° na posição supina durante 10 segundos, ou 90° se sentado, iniciando com o membro não afetado	0 = sem queda, o membro mantém os 90° ou 45° graus durante 10 segundos 1 = queda, o membro mantém os 90° ou 45°, cai antes dos 10 segundos, mas não atinge a cama ou outro suporte 2 = algum esforço contra a gravidade, o membro não atinge ou não consegue manter os 90° ou 45°, cai até a cama mas existe algum esforço contra a gravidade 3 = sem esforço contra a gravidade; o membro cai 4 = sem movimento 9 = amputação, fusão articular: _____	
5 a. Braço esquerdo		
5 b. Braço direito		

<p>6. Motricidade dos MMII – Solicitar para o paciente manter a perna em flexão a 30° na posição supina durante 5 segundos, iniciando com o membro não afetado</p> <p>6 a. Perna esquerda</p> <p>6 b. Perna direita</p>	<p>0 = sem queda, o membro mantém os 30° graus durante 5 segundos</p> <p>1 = queda, o membro cai antes dos 5 segundos, mas não atinge a cama</p> <p>2 = algum esforço contra a gravidade, o membro cai na cama em 5 segundos, mas existe algum esforço contra a gravidade</p> <p>3 = sem esforço contra a gravidade; o membro cai imediatamente</p> <p>4 = sem movimento</p> <p>9 = amputação, fusão articular: _____</p>	
<p>7. Ataxia de membros – Realizar as provas índice-nariz e calcanhar-joelho</p>	<p>0 = ausente</p> <p>1 = presente em um membro</p> <p>2 = presente em dois membros</p>	
<p>Ataxia no: MSD = sim ( ) não ( ) amputação, fusão articular, etc (9)</p> <p>MSE = sim ( ) não ( ) amputação, fusão articular, etc (9)</p> <p>MID = sim ( ) não ( ) amputação, fusão articular, etc (9)</p> <p>MIE = sim ( ) não ( ) amputação, fusão articular, etc (9)</p>		
<p>8. Sensibilidade – Realizar estimulação dolorosa com alfinete na região proximal do braço, perna, tronco e face</p>	<p>0 = normal, sem perda de sensibilidade</p> <p>1 = perda de sensibilidade, de leve a moderada, o paciente sente que é a fincada é menos aguda ou é romba no lado afetado, ou existe uma perda da dor superficial com a fincada, mas o paciente está ciente de que esta sendo tocado</p> <p>2 = perda severa ou total da sensibilidade; o paciente não está ciente de ter sido tocado na face ou membros</p>	
<p>9. Linguagem – Solicitar ao paciente para identificar um grupo de figuras e ler um conjunto de sentenças (no mínimo 3)</p>	<p>0 = sem afasia, normal</p> <p>1 = afasia leve a moderada, alguma perda óbvia da fluência ou da facilidade de compreensão, sem limitação significativa nas idéias expressadas ou na forma de expressão. A redução da linguagem e/ou compreensão, entretanto, torna a conversação sobre o material apresentado difícil ou impossível. O examinador pode identificar no material apresentado figuras ou nomeações a partir das respostas do paciente</p> <p>2 = afasia severa; toda comunicação é através de expressão fragmentada; há grande necessidade de inferência, questionamento e adivinhação pelo examinador. A variedade de informação que pode ser trocada é limitada; o examinador carrega o fardo da comunicação. O examinador não consegue identificar os materiais apresentados a partir das respostas do paciente.</p> <p>3 = mudez, afasia global; sem linguagem aproveitável ou compreensão auditiva.</p>	
<p>10. Disartria – Solicitar para o paciente ler uma lista de palavras</p>	<p>0 = normal</p> <p>1 = leve a moderada, o paciente arrasta pelo menos algumas palavras e, na pior situação, pode ser entendido com alguma dificuldade.</p> <p>2 = severa; a fala do paciente é tão arrastada que torna-se ininteligível, na ausência ou desproporcional à qualquer disfasia, ou o paciente é mudo/anártrico.</p> <p>9 = intubado ou com outra barreira física.</p> <p>Explique: _____</p>	
<p>11. Extinção e inatenção (prévia</p>	<p>0 = sem anormalidade</p>	

<p>negligência) – Solicitar para o paciente descrever o que está acontecendo na figura apresentada numa folha de papel, do lado direito e esquerdo (compensar com a cabeça qualquer perda visual). Se não conseguir, o paciente deverá reconhecer uma estimulação tátil simultânea e bilateral, com os olhos fechados</p>	<p>1 = inatenção ou extinção visual, tátil, auditiva, espacial ou pessoal à estimulação simultânea bilateral em uma das modalidades de sensibilidade. 2 = hemi-inatenção profunda ou hem-inatenção à mais que uma modalidade. Não reconhece sua própria mão ou orienta-se somente a um lado do espaço.</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**ANEXO 2**  
**MEEM - MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

<b>Funções cognitivas</b>		<b>Pontos</b>	<b>Escore</b>
<b>Orientação temporal</b>	1. Qual é o(a) Dia?	1	
	Mês?	1	
	Ano?	1	
	Dia da semana?	1	
	Hora?	1	
<b>Orientação espacial</b>	2. Onde estamos? Local (cômodo)?	1	
	Local (prédio)?	1	
	Bairro ou rua próxima?	1	
	Cidade?	1	
	Estado?	1	
<b>Memória imediata</b>	3. Mencione três objetos, levando 1 segundo para cada um. Então, pergunte ao paciente sobre os três objetos após você os ter mencionado. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Repita as respostas, até o paciente aprender todos os três.	3	
<b>Atenção e cálculo</b>	4. Série de sete. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Interrompa a cada cinco respostas.	5	
<b>Memória: evocação tardia</b>	5. Pergunte o nome dos três objetos aprendidos na questão 3. Estabeleça um ponto para cada resposta correta.	3	
<b>Linguagem</b>	6. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta.	2	
	7. Faça o paciente repetir "Nem aqui, nem ali, nem lá".	1	
	8. Faça o paciente seguir um comando de três estágios: "Pegue o papel com a mão direita. Dobre o papel ao meio. Coloque o papel no chão".	3	
	9. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: FECHÉ OS OLHOS.	1	
	10. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido. Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto).	1	
<b>Capacidade construtiva visual</b>	11. Faça o paciente copiar o desenho impresso. Estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados de interseção formarem um quadrilátero.	1	
			
<b>Total</b>		30	

### ANEXO 3

#### MIF - MEDIDA DE INDEPENDÊNCIA FUNCIONAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Examinador: \_\_\_\_\_

<p style="text-align: center;"><u>INDEPENDÊNCIA</u></p> 7- Independência Completa (Imediata , c / segurança) 6- Independência Modificada (Aparelhada)	<u>SEM ASSISTÊNCIA</u>
<p style="text-align: center;"><u>DEPENDÊNCIA MODIFICADA</u></p> 5- Supervisão 4-Assistência Mínima (75% Capacidade) 3-Assistência Moderada (50% Capacidade)	<u>COM ASSISTÊNCIA</u>
<p style="text-align: center;"><u>DEPENDÊNCIA COMPLETA</u></p> 2- Assistência Máxima (25% Capacidade) 1-Assistência Total (Ausência de Capacidade)	

<p>AUTO-CUIDADOS</p> 1) Alimentação ( ) 2) Banho ( ) 3) Higiene pessoal ( ) 4) Vestir acima da cintura ( ) 5) Vestir abaixo da cintura ( ) 6) Uso do vaso sanitário ( )	<p>CONTROLE ESFÍNCTERIANO:</p> 7) Controle da urina ( ) 8) Controle das fezes ( )
<p>TRANSFERÊNCIAS:</p> 9) Transferência cama/cadeira ( ) 10) Transferência para o vaso ( ) 11) Transferência para o chuveiro ( )	<p>LOCOMOÇÃO:</p> 12) Locomoção ( ) 13) Escada ( )

## ANEXO 4

### FUGL-MEYER – MEMBRO SUPERIOR

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

Teste	Pontuação
<b>1 – Motricidade reflexa:</b> Bíceps ( ) Tríceps ( ) <i>Pont. máx:(4)</i>	<b>0</b> – Não é possível elicitar atividade reflexa <b>2</b> – É possível elicitar atividade reflexa
<b>2 – Sinergia flexora:</b> Elevação ( ) Retração de ombro ( ) Abdução (pelo menos 90) ( ) Rot. Externa ( ) Flexão de cotovelo ( ) Supinação ( ) <i>Pont. máx:(12)</i>	<b>0</b> – Não consegue executar de nenhuma maneira <b>1</b> – Executado parcialmente <b>2</b> – Executado impecavelmente
<b>3 – Sinergia extensora:</b> Adução / rotação interna do ombro ( ) Extensão cotovelo ( ) Pronação ( ) <i>Pont. Max:(8)</i>	<b>0</b> – Não consegue executar de nenhuma maneira <b>1</b> – Executado parcialmente <b>2</b> – Executado impecavelmente
<b>4 – Movimento combinando sinergismos:</b> a) mão a coluna lombar ( )  b) flexão de ombro a 90° com cotovelo a 0° ( )  c) prono-supinação com cotovelo a 90° e ombro a 0° ( )  <div style="text-align: right;"><i>Pont. Max:(6)</i></div>	a) <b>0</b> – Não executou nenhuma ação específica <b>1</b> – A mão deve ultrapassar a coluna ilíaca ântero-posterior <b>2</b> – Ação executada impecavelmente b) <b>0</b> – No início do movimento o braço é abduzido ou o cotovelo é fletido <b>1</b> – Na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou ocorre flexão de cotovelo <b>2</b> – a tarefa é realizada perfeitamente c) <b>0</b> – Não ocorre posicionamento correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não é realizada completamente <b>1</b> – prono-supinação pode ser realizada com ADM limitada, o ombro e o cotovelo estão corretamente posicionados <b>2</b> – a tarefa é realizada completamente
<b>5- Movimento fora de sinergismo:</b> a) abdução ombro a 90° com cotovelo estendido e antebraço pronado ( )  b) flexão de ombro de 90° a 180° com cotovelo estendido e antebraço em posição média ( )  c) prono-supinação do antebraço, cotovelo estendido e flexão de ombro de 30 a 90° ( )	a) <b>0</b> – Ocorre flexão inicial de cotovelo ou qualquer desvio em relação ao antebraço pronado <b>1</b> – realiza parcialmente o movimento ou ocorre flexão do cotovelo ou não mantém o antebraço em pronação <b>2</b> – movimento impecável b) <b>0</b> – Ocorre flexão inicial do cotovelo ou abdução do ombro <b>1</b> – Ocorre flexão do cotovelo ou abdução do ombro durante a flexão deste <b>2</b> – Movimento impecável c) <b>0</b> – Posição não pode ser obtida pelo paciente e/ou prono-supinação não pode ser realizada <b>1</b> – Cotovelo e ombro posicionado corretamente e

<i>Pont.</i> <i>Max:(6)</i>	a prono-supinação são executadas em amplitude limitada <b>2</b> – a tarefa é realizada perfeitamente
<b>6 – Atividade reflexa normal:</b> ( ) bíceps / tríceps/ flexor dedos (avalia se o paciente atingiu nota 6 no estágio 5)  <i>Pont. máx:(</i> <i>2)</i>	<b>0</b> – 2 ou 3 reflexos estão hiperativos <b>1</b> – 1 reflexo esta marcadamente hiperativo ou 2 estão vivos <b>2</b> – não mais que 1 reflexo esta vivo e nenhum esta hiperativo
<b>7 – Controle de punho:</b> a) Dorsiflexão, c/ cotovelo 90°, ombro 0° e pronação, com resistência. (assistência, se necessário) ( ) b) Máxima flexo-extensão de punho, cotovelo 90°, ombro 0°, dedos fletidos e pronação (auxílio se necessário) ( ) c) Dorsiflexão com cotovelo a 0°, ombro a 30° e pronação, com resistência (auxílio) ( ) d) Máxima flexo-extensão, com cotovelo 0°, ombro a 30° e pronação (auxílio) ( ) e) Circundução ( ) <i>Pont. máx:(10)</i>	a) <b>0</b> – Não realiza dorsiflexão de punho a 15 ° <b>1</b> – Consegue a dorsiflexão, não aceita resistência <b>2</b> – A posição pode ser mantida contra alguma resistência b) <b>0</b> – não ocorre movimento voluntário <b>1</b> – o paciente não move ativamente o punho em todo grau de movimento <b>2</b> – Movimento impecável e suave c) Idem ao a) d) Idem ao b) e) Idem ao b)
<b>8 – Mão:</b> a) flexão em massa dos dedos ( )  b) extensão em massa dos dedos ( )  c) Preensão 1: Art. metacarpofalangeanas (II a V) estendidas e interfalangeanas distal e proximal fletidas. Preensão contra resistência ( )  d) Preensão 2: O paciente é instruído a aduzir o polegar e segurar um papel interposto entre o polegar e o dedo indicador ( )  e) Preensão 3: O paciente opõe a digital do polegar contra a do dedo indicador, com um lápis interposto ( ) f) Preensão 4: Segurar com firmeza um objeto cilíndrico, com a superfície volar do primeiro e segundo dedos contra os demais ( ) g) Preensão 5: o paciente segura com firmeza uma bola de tênis ( ) <i>Pont. máx:</i> <i>(14)</i>	a) <b>0</b> – Não ocorre flexão <b>1</b> – Alguma flexão, não o movimento completo <b>2</b> – Flexão ativa completa (comparada com a mão não-afetada) b) <b>0</b> - nenhuma atividade ocorre <b>1</b> – ocorre relaxamento (liberação) da flexão em massa <b>2</b> – extensão completa (comparado com mão não afetada) c) <b>0</b> – posição requerida não pode ser realizada <b>1</b> – a preensão é fraca <b>2</b> – a preensão pode ser mantida contra considerável resistência d) <b>0</b> - a função não pode ser realizada <b>1</b> – o papel pode ser mantido no lugar, mas não contra um leve puxão <b>2</b> – O papel é segurado firmemente contra um puxão e) Procedimento de pontuação são os mesmos da preensão 2 f) Procedimento de pontuação são os mesmos da preensão 2 e 3 g) Os procedimento de pontuação são os mesmos da preensão 2, 3 e 4
<b>9 - Coordenação/ Velocidade</b> - Indexar 5 vezes em sucessão rápida:	a) <b>0</b> – tremor marcante/ <b>1</b> – tremor leve/ <b>2</b> – sem

<p>a) Tremor ( )</p> <p>b) Dismetria ( )</p> <p>c) Velocidade: ( )</p> <p>(6)</p> <p style="text-align: right;"><i>Pont. máx:</i></p>	<p>tremor</p> <p>b) <b>0</b> – dismetria marcante/ <b>1</b> – dismetria leve/ <b>2</b> – sem dismetria</p> <p>c) <b>0</b> – 6 seg. mais lento que o lado não afetado/ <b>1</b> – 2 a 5 seg. mais lento que o lado não afetado/ <b>2</b> - menos de 2 seg. de diferença</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**ANEXO 5**  
**ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular – Ombro
0	Nenhum aumento do tônus muscular
1	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por uma tensão momentânea ou por resistência mínima, no final da ADM, quando a região é movida em flexão ou extensão
2	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por tensão abrupta, seguida de resistência mínima em menos da metade da ADM restante
3	Aumento mais marcante do tônus muscular, durante a maior parte da ADM, mas a região é movida facilmente
4	Considerável aumento do tônus muscular, o movimento passivo é difícil
5	Parte afetada rígida em flexão ou extensão

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular – Cotovelo
0	Nenhum aumento do tônus muscular
1	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por uma tensão momentânea ou por resistência mínima, no final da ADM, quando a região é movida em flexão ou extensão
2	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por tensão abrupta, seguida de resistência mínima em menos da metade da ADM restante
3	Aumento mais marcante do tônus muscular, durante a maior parte da ADM, mas a região é movida facilmente
4	Considerável aumento do tônus muscular, o movimento passivo é difícil
5	Parte afetada rígida em flexão ou extensão

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular - Punho
0	Nenhum aumento do tônus muscular
1	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por uma tensão momentânea ou por resistência mínima, no final da ADM, quando a região é movida em flexão ou extensão
2	Leve aumento do tônus muscular, manifestado por tensão abrupta, seguida de resistência mínima em menos da metade da ADM restante
3	Aumento mais marcante do tônus muscular, durante a maior parte da ADM, mas a região é movida facilmente
4	Considerável aumento do tônus muscular, o movimento passivo é difícil
5	Parte afetada rígida em flexão ou extensão

**Observações gerais:**

---



---

## **APÊNDICES**

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

#### **Esclarecimentos:**

Este é um convite para você participar da pesquisa “Desempenho motor de pacientes com Acidente Vascular Cerebral em um jogo baseado em realidade virtual”, coordenada pela prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Tania Fernandes Campos e sua orientanda Aline Braga Galvão Silveira.

A pesquisa tem como objetivos avaliar o desempenho motor no uso de um jogo baseado em realidade virtual em pacientes no estágio crônico do AVC. Caso decida aceitar o convite, se fizer parte do grupo controle, com pessoas saudáveis, será realizada uma avaliação inicial do seu estado cognitivo (orientação, memória, cálculo, atenção e linguagem) e uma avaliação dos movimentos do seu corpo, na qual o (a) sr. (a) permanecerá sentado (a), serão colocados adesivos em seu braço e, através de câmeras que captam apenas os adesivos, serão registrados os movimentos do braço. Se for paciente de AVC, serão aplicados também questionários que irão avaliar o seu grau de comprometimento neurológico, o grau de independência funcional (necessidade de ajuda em tarefas cotidianas) e a função motora do seu braço comprometido. Após essa avaliação o sr. (a) será submetido a um treino de um dia usando um jogo de videogame, com duração de 30 minutos. Após o treino, será realizada novamente a avaliação dos movimentos do seu braço.

O treino realizado trará risco mínimo para sua saúde, podendo causar desconforto ou cansaço durante a avaliação ou na terapia, de modo a interromper o tratamento, respeitando os seus limites. Os procedimentos da pesquisa serão feitos com toda a segurança necessária para minimizar as possibilidades de riscos. Os participantes que vierem a sofrer qualquer tipo de dano não previsto aqui e resultante de sua participação, terão direito à assistência integral e à indenização. Se tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, será ressarcido, caso solicite.

O (a) sr. (a) poderá se beneficiar deste tratamento pelo estímulo das suas atividades motoras. Além disso, passará por uma avaliação que lhe trará informações importantes sobre a sua função motora, funcional e cognitiva. Os resultados dessa pesquisa poderão orientar a inclusão dos jogos baseados em realidade virtual na reabilitação de pacientes com AVC.

Solicitamos a sua colaboração para participar dessa pesquisa, como também sua licença para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo.

A participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) sr. (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e colaborar com as atividades solicitadas pela pesquisadora. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum prejuízo ou penalidade.

Toda a dúvida que tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para as pesquisadoras Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Tania Campos e Aline Braga, no endereço: Departamento de Fisioterapia, Av. Senador Salgado Filho, 3000, Campus Universitário, Natal/RN; ou pelo telefone: 9986-2403 (Aline).

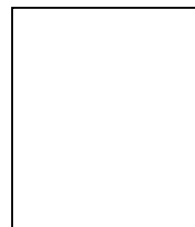
Dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN no endereço: Praça do Campus Universitário, Lagoa Nova. Caixa Postal 1666, CEP 59072-970 Natal/RN; ou pelo telefone 3215-3135.

### **Consentimento Livre e Esclarecido**

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa “Desempenho motor no uso de jogos baseados em realidade virtual em pacientes com Acidente Vascular Cerebral”. Autorizo a divulgação dos resultados e imagens do estudo. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

---

Assinatura do Participante da pesquisa



Espaço para impressão  
dactiloscópica

---

Assinatura do Pesquisador

**APÊNDICE 2**  
**FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA**

1. Identificação do paciente

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Sexo : F ( ) M ( )

Endereço: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Anos de estudo: \_\_\_\_\_ Estado Civil: \_\_\_\_\_

Ocupação antes do AVC: \_\_\_\_\_

Ocupação após AVC: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Data de Avaliação: \_\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

2. Dados clínicos referentes à patologia

Tomografia Computadorizada: Localização da lesão:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tipo patológico: Isquêmico ( ) Hemorrágico ( ) Inespecífico ( )

AVC: D ( ) E ( )

Hemiparesia: D ( ) E ( )

Fatores de risco presentes: Hipertensão ( ) Tabagismo ( ) Diabetes Mellitus ( )

Obesidade ( ) Doença cardíaca ( ) Sedentarismo ( )

Outros ( ) \_\_\_\_\_

Medicação controlada: Sim ( ) Não ( ) Qual (is) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tempo de sequela: \_\_\_\_\_

Realiza Fisioterapia? ( ) sim ( ) não. Frequência: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE 3**  
**FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO TREINO**

NOME: \_\_\_\_\_

PA: \_\_\_\_\_

**BATERIA 1 (Acertos)**

Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3	Tentativa 4	Tentativa 5
Tentativa 6	Tentativa 7	Tentativa 8	Tentativa 9	Tentativa 10

PA: \_\_\_\_\_

**BATERIA 2 (Acertos)**

Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3	Tentativa 4	Tentativa 5
Tentativa 6	Tentativa 7	Tentativa 8	Tentativa 9	Tentativa 10

PA: \_\_\_\_\_