



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CURSO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ARTHUR HENRIQUE SARAIVA DE MELO

**JOGOS SÉRIOS EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL E/OU AUMENTADA
NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES ACOMETIDOS COM ACIDENTE
VASCULAR CEREBRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

UBERLÂNDIA

2021

ARTHUR HENRIQUE SARAIVA DE MELO

**JOGOS SÉRIOS EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL E/OU AUMENTADA
NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES ACOMETIDOS COM ACIDENTE
VASCULAR CEREBRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Fernando Pasquini Santos.

UBERLÂNDIA

2021

FICHA CALATOGRÁFICA

ARTHUR HENRIQUE SARAIVA DE MELO

JOGOS SÉRIOS EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL E/OU AUMENTADA NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES ACOMETIDOS COM ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Fernando Pasquini Santos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Pasquini Santos.

Prof. Adriano Alves Pereira.

Prof. Ângela Abreu Rosa de Sá

AGRADECIMENTOS

Sempre, em primeiro lugar, agradeço a Deus por permitir viver esse momento e chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais que sempre apostaram na educação como investimento. O que sou hoje e o que me tornarei, sempre terá origem nas escolas, cursos e ensinamentos que eles me deram.

Agradeço a minha namorada Daniela pela parceria incondicional em todos os momentos e por me encorajar a buscar sempre minha melhor versão.

Agradeço ao restante da minha família.

Agradeço ao corpo discente do curso de Engenharia Biomédica e a todos os amigos que fiz no caminho, em especial ao Matheus Martins.

RESUMO

A capacidade funcional é a habilidade de realizar atividades de forma independente, sendo a mobilidade o principal indicador de qualidade de vida. A maioria das pessoas que sobrevivem a um Acidente Vascular Cerebral (AVC) ficam com sequelas motoras e dificuldade de fala. Para recuperar parte desse dano, são submetidos a longos e repetitivos períodos de reabilitação. Estudos mostram que os Jogos Sérios (JS) em ambientes de realidade virtual e/ou aumentada (VR/VA) são uma abordagem benéfica para esse tipo de tratamento, visto que, ao transformarem informações sensoriais em controles de avatares virtuais, os pacientes realizam as atividades repetitivas de forma descontraída e prazerosa, aumentando o engajamento ao treinamento. Com maior dedicação, os pacientes apresentam melhorias mais rápidas e eficazes das funções motoras. Desta forma, este estudo buscou realizar uma revisão sistemática sobre o uso de jogos sérios em ambientes VR/VA para reabilitação de pacientes acometidos com acidente vascular cerebral. Foram utilizadas as bases de dados *Google Scholar*, *SciELO*, *Embase*, *Lilacs* e *PubMed/MEDLINE*, com os descritores “AVC”, “realidade virtual”, “realidade aumentada”, “jogos sérios”, “Acidente Vascular Cerebral”, “VR”, “VA” e “JS” em português e inglês. A busca foi refinada utilizando critérios de inclusão e exclusão e chegou ao total de 10 estudos. Dentre os critérios de inclusão, foram selecionados artigos que realizaram testes experimentais com voluntários e desenvolvidos nos últimos 10 anos. A conclusão desse estudo revela que existem benefícios do uso de JS em ambientes VR/VA no processo de reabilitação de pessoas acometidas com AVC.

Palavras-chave: Acidente Vascular Cerebral; Jogos Sérios; Realidade Virtual; Realidade Aumentada.

ABSTRACT

Functional capacity is the ability to perform activities independently, mobility being the main indicator of quality of life. The majority of people who survive a cerebrovascular accident (CVA) are left with motor sequelae and speech difficulties. To recover some of this damage, they undergo long and repetitive rehabilitation periods. Studies show that Serious Games (SG) in virtual and/or augmented reality (VR/VA) environments are a beneficial approach for this type of treatment, since, by transforming sensory information into virtual avatar controls, patients perform the repetitive activities in a relaxed and pleasurable way, increasing the commitment to training. With greater dedication, patients show faster and more effective improvements in motor functions. Thus, this study sought to carry out a systematic review on the use of serious games in VR/VA environments for the rehabilitation of patients with stroke. Google Scholar, SciELO, Embase, Lilacs and PubMed/MEDLINE databases were used, with the descriptors “AVC”, “virtual reality”, “augmented reality” and “serious games” in Portuguese and English. The search was refined using inclusion and exclusion criteria and reached a total of 10 studies. Among the inclusion criteria, articles that performed experimental tests with volunteers and developed in the last 10 years were selected. The conclusion of this study reveals that there are benefits of using JS in VR/VA environments in the rehabilitation process of people affected by stroke.

Keywords: Stroke; Serious Games; Virtual reality; Augmented Reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de AVC.	13
Figura 2 - Diagrama PRISMA.	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR - Augmented Reality

AVC - Acidente Vascular Cerebral

BBS - Berg Balance Scale

BDI - Beck Depression Inventory

EQ-5D - EuroQol-5 Dimension

FMA - Fugl-Meyer Assessment

FMA-EU - Fugl-Meyer Assessment of the upper extremity

GBS - Guillain-Barré

JS- Jogos Sérios

LED - Light Emitter Diode

LMC - Leap Motion Controller

MBI - Modified Barthel Index

MMSE - Mini-Mental State Examination

MMT - Manual Muscle Testing

OMS - Organização Mundial de Saúde

RA - Realidade Aumentada

RV - Realidade Virtual

SUS - System Usability Scale

TPT - Toulouse-Piéron Test

TUG-cog - Timed Up and Go-cognition

VR - Virtual Reality

WMS - Wechsler Memory Scale

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	11
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL.....	12
2.2	REABILITAÇÃO PÓS AVC.....	15
2.3	REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA.....	16
2.4	JOGOS SÉRIOS.....	17
2.5	JOGOS SÉRIOS NA REABILITAÇÃO.....	18
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	DESENHO DO ESTUDO.....	19
3.2	ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	19
3.3	DESCRIÇÃO DA BUSCA.....	20
3.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	20
3.5	ANÁLISE DE DADOS.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) decorre da alteração do fluxo sanguíneo no cérebro, causando morte de células nervosas na região acometida (CANCELA, 2008). É uma das causas mais comuns de morbidade e é a segunda causa de morte em todo o mundo. No Brasil, em 2020, foram registrados mais de 100 mil casos que foram levados a óbito (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

As sequelas afetam a capacidade funcional do paciente e estas são variáveis, pois de acordo com a localização e a extensão da lesão, os danos são diferentes, porém é comum a dificuldade da fala, perda das funções motoras, dentre outras. Para que as pessoas consigam recuperar as funções e habilidades, é necessária reabilitação e, quase sempre, é um tratamento de longo prazo e não atingem a efetividade desejada (MARQUES, 2018).

A reabilitação de pacientes pós AVC segue um treino intenso e com tarefas específicas, sendo que estas são executadas repetidamente, buscando alcançar um determinado objetivo (ROCHA, 2015). Entretanto, segundo Burke et al. (2009), os pacientes, ao passar dos dias, consideram o protocolo estabelecido inicialmente repetitivo e entediante, o que causa impacto negativo na execução das atividades. Desta forma, torna-se imprescindível encontrar meios para que o tratamento desperte o interesse do paciente e tenha maior efetividade no processo de reabilitação (NOVELETTO et al., 2017).

Os jogos sérios (JS) são aqueles que visam aspectos específicos, combinados com o aspecto lúdico do entretenimento, muito utilizados em abordagens de reabilitação, devido a sua multidisciplinaridade entre os meios e a capacidade de permitir que o paciente transite em um ambiente imersivo, alterando cenários, propondo metas e tornando as tarefas instigantes (ALVAREZ; DJAOUTI, 2011). De acordo com Slijper et al. (2014), estes jogos aumentam a motivação durante a fase de reabilitação, ocasionando, em diversos casos, a redução do tempo de tratamento e possibilitando o alcance dos objetivos com maior eficácia.

Existe uma gama de estudos onde os jogos sérios são utilizados na reabilitação pós AVC. Segundo Lloréns et al. (2015) e Noveletto et al. (2017), a utilização dos JS são promissores pois utilizam intensidade, repetitividade e orientação a tarefa, que

são elementos fundamentais para a reabilitação, e que auxiliam na motivação dos pacientes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão sistemática dos artigos científicos publicados na literatura sobre jogos sérios utilizando realidade virtual e/ou aumentada durante a reabilitação de pacientes acometidos com acidente vascular cerebral, de forma a verificar se o uso traz benefícios.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar junto à literatura artigos publicados relacionados a utilização de jogos sérios para pacientes em reabilitação pós acidente vascular cerebral.
- Avaliar parâmetros de utilização, benefícios e eficiência deste tipo de reabilitação.
- Responder à pergunta: “Jogos sérios com realidade virtual promovem quais benefícios na reabilitação de pacientes de acidente vascular cerebral?”

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

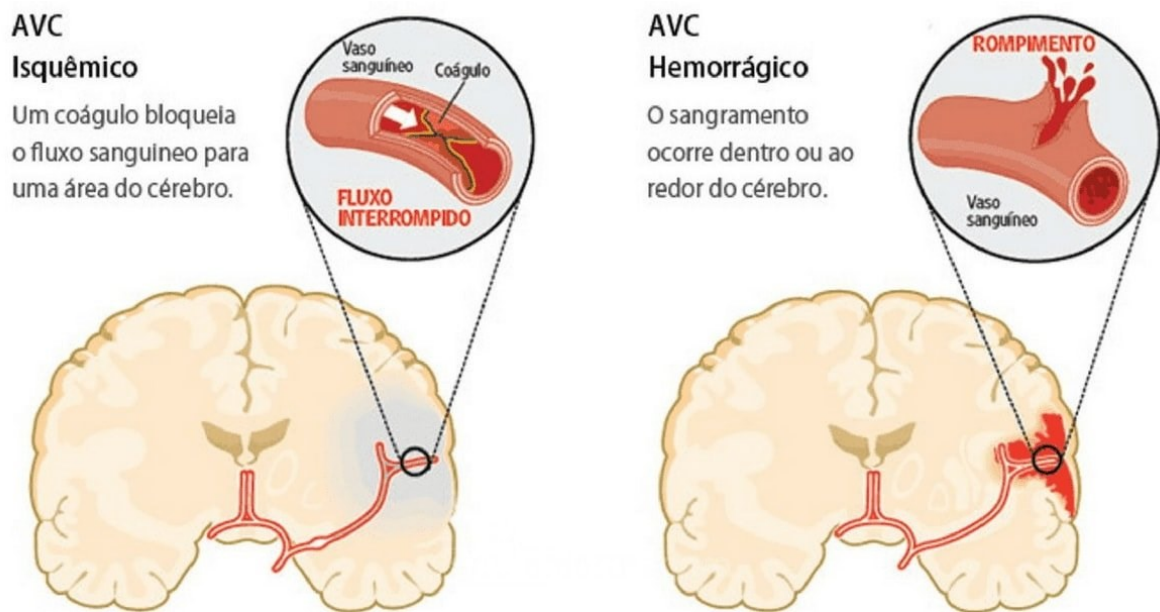
2.1 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

O acidente vascular cerebral (AVC) é, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (BRASIL, 2003), o desenvolvimento de distúrbios focais e globais da função cerebral, que podem durar, no mínimo, 24 horas, sendo de origem vascular. Isto é, uma alteração na circulação cerebral, comprometendo as áreas focais, resultando em lesões (CANCELA, 2008).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), esta doença não tem apenas uma causa, então é considerada multifatorial, que é uma combinação de fatores de risco que podem levar um indivíduo a ter um AVC (OMS, 2006). Entre os principais fatores, tem-se: idade; hereditariedade; hipertensão arterial; tabagismo; patologias cardíacas; diabetes mellitus; álcool; obesidade e sedentarismo (CANCELA, 2008).

Pode ser caracterizado de duas formas: isquêmico e hemorrágico. O AVC isquêmico é o mais comum e ocorre quando o fluxo sanguíneo para uma área específica do cérebro é interrompido. A isquemia, de um modo geral, é causada por um coágulo, quando um trombo proveniente do coração ou de artérias, como a carótida, migra para a artéria cerebral. O AVC hemorrágico pode se manifestar como hemorragia subaracnóidea ou hemorragia cerebral, que ocorre quando o sangue vaza para o espaço subaracnóideo, geralmente devido a uma ruptura do aneurisma intracraniano. Na Figura 1, é possível visualizar o que ocorre nos dois tipos de AVC.

Figura 1 - Tipos de AVC.



Fonte: Sou Enfermagem (2015).

Ao ter um AVC, é comum que haja a falta ou diminuição do fornecimento de sangue no cérebro, o que pode vir a ocasionar lesões e danos as funções neurológicas, devido a morte de células. Quando isto ocorre, as habilidades e funções que são controladas pela área que foi acometida, são prejudicadas, e o grau de lesão pode variar, pois depende do local afetado e quão lesionado ele se encontra (NATIONAL STROKE ASSOCIATION, 2007).

De acordo com Franciscatto (2020), vem sendo realizadas diversos estudos que tem o intuito de correlacionar os fatores de risco com o AVC, e estes podem ser classificados em modificáveis e não modificáveis. Os modificáveis são relacionados aos hábitos de vida, como o sedentarismo, altos níveis de stress, tabagismo, obesidade, entre outros, ou seja, podem sofrer alterações; e por outro lado, os não modificáveis incluem a herança genética, etnia, sexo e idade, sendo que com o passar dos anos, há uma maior propensão de desenvolver doenças (DE SOUSA RODRIGUES et al., 2017). Segundo Meschia et al. (2014), 90% dos fatores de risco modificáveis podem ser reduzidos até o limiar de 15%, visto que são dependentes do estilo de vida. Boehme et al. (2017) elencou os fatores de risco para cada tipo de AVC e os mesmos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais fatores de risco de AVC.

TIPO DE AVC	FATORES MODIFICÁVEIS	FATORES NÃO MODIFICÁVEIS
AVC Isquêmico	Alcoolismo	Etnia
	Alimentação	Genética
	Apolipoproteína A1 e B	Idade
	Diabetes Mellitus	Sexo
	Hipertensão	
	Obesidade	
	Sedentarismo	
	Tabagismo	
AVC Hemorrágico	Alcoolismo	Etnia
	Alimentação	Genética
	Hipertensão	Idade
	Índice Cintura Quadril	Sexo
	Tabagismo	

Fonte: Boehme et al. (2017).

As sequelas podem ser isoladas ou combinadas e, segundo Marques (2018), os déficits motores e sensoriais são expressos no lado contralateral a lesão. Segundo Sullivan (2004), os sintomas e a gravidade das sequelas dependem da localização e do tamanho da área afetada. Os danos mais comuns são: espasticidade, desorientação temporal e espacial, afasia, dificuldades de percepção e falta de coordenação dos membros inferiores e superiores (SINISCALCHI et al., 2014).

O AVC deixa inúmeras sequelas e alterações neurológicas e um sistema que é comumente afetado é o motor. Quando isto ocorre, há limitações do controle muscular e pode levar até perda da mobilidade (FRANCISCATTO, 2020). Ao ocorrer o evento, o paciente se encontra em um período de paralisia, no qual não consegue realizar nenhum movimento nos membros que foram afetados. Logo em seguida, tem a espasticidade, que é vinculada aos membros superiores, onde há um aumento do tônus muscular e há dificuldade em realizar movimentos, acompanhada de dor, rigidez dos tecidos e contração articular (MARQUES, 2019). Ao longo dos dias, o paciente,

com um protocolo de reabilitação, desenvolve uma diminuição da espasticidade e o controle de alguns movimentos retorna.

Em um quadro pós-AVC as incapacidades motoras mais comuns são aquelas que afetam movimentos da face, braços e pernas de uma metade sagital do corpo, podendo variar da hemiplegia (paralisia) à hemiparesia (fraqueza). Nesses casos os danos envolvem a área motora do cérebro, como é o caso do córtex motor, do córtex pré-motor, dos tratos motores, ou vias associadas no cérebro e cerebelo (SULLIVAN, 2010; WARLOW; GIJN; DENNIS, 2008).

2.2 REABILITAÇÃO PÓS AVC

A reabilitação visa capacitar os deficientes para melhorar sua função. Inclui um procedimento completo durante o qual o paciente pode desenvolver ou manter seu grau máximo de independência (PIASSAROLI et al., 2012). Por meio do processo de reabilitação, os pacientes com AVC podem recuperar suas habilidades e aprender novas maneiras de realizar certas tarefas e compensar qualquer disfunção remanescente (MARQUES, 2019). Cancela (2006) e Faria (2014) concordam que o elemento mais importante em qualquer plano de reabilitação são os exercícios diretos, direcionados e com alto nível de repetição.

Uma vez que a condição clínica do paciente tenha se estabilizado, ele pode começar a trabalhar para restaurar sua função. A primeira etapa visa promover a independência motora, pois muitos deles estão severamente restringidos ou mesmo paralisados, portanto, o paciente deve realizar um conjunto abrangente de exercícios passivos ou ativos destinados a fortalecer os membros com menor força (GONÇALVES; DE PAIVA; HAAS, 2021).

A reabilitação do acidente vascular cerebral deve ter início logo após o diagnóstico, durante a internação nos estabelecimentos assistenciais de saúde. Isto ocorre porque a primeira preocupação da equipe médica é diminuir as complicações e prevenir derrames recorrentes, de forma a garantir que haja o correto funcionamento do restante do corpo humano (PIASSAROLI et al., 2012). Duncan et al. (2005) ainda sugere que é necessário, nos momentos iniciais, apoiar emocionalmente o paciente e incentivar a realização das atividades de rotina. Guimarães e Nunes (2013) ressaltam que as primeiras semanas após o AVC, com a melhoria da circulação e do

metabolismo na área em que ocorreu a lesão, a recuperação pode ser mais rápida, porém isto não garante o retorno dos movimentos.

Ao estabilizar o período de recuperação, que no início tem melhoras mais significativas, visto que, após determinado período, entra-se em platô, é comum que o paciente fique desmotivado, ao entender que precisará de constatare fisioterapia, afim de trabalhar as áreas afetadas. Nos dias atuais existem diferentes frentes de tratamento, como a fisioterapia convencional, a terapia ocupacional, utilização de realidade virtual, medicamentos, entre outros (WISSEL; MANACK; BRAININ, 2013). Autores como Terroni et al. (2009) e Reis e Faro (2019) discutem que há uma relação entre a recuperação pós-AVC e os problemas psicológicos, pois ao não ter interesse pelo protocolo de reabilitação, entende-se que há uma menor dedicação dos pacientes, impactando diretamente no resultado final, gerando frustração e progresso lento.

O sistema motor possui a habilidade de aprender e reaprender movimentos, sendo fundamental que seja estimulado, impulsionando positivamente o processo de recuperação (KANDEL et al., 2000). Diante da pouca motivação dos pacientes e da forma de modificar tal cenário, torna-se necessário que a equipe responsável pela reabilitação busque por alternativas que tragam entretenimento e diversão para as sessões. Uma das formas de engajar o paciente no tratamento é com a utilização de realidade virtual e aumentada, através de jogos sérios, que podem ser adaptados de acordo com a necessidade e individualidade de cada pessoa, considerando suas limitações motoras e cognitivas, além das dificuldades de movimento (GUIMARÃES; NUNES, 2013).

2.3 REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Até meados da década de 50, as interações entre humanos e máquinas eram mínimas. A partir daí, surgiu os computadores e eletrônicos, que alteraram o modo de relacionamento, o que antes era raro, tornou-se parte da rotina (DELIBERATO; ADURENS, 2019). A tecnologia proporcionou que houvesse uma adaptação no cotidiano, facilitando tarefas, permitindo ampliar seus conhecimentos e o compartilhamento de informações em tempo real. Inúmeras interfaces surgiram, com o uso do toque, voz, vinculando a acessibilidade e até mesmo possibilitando o

tratamento de doenças (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002). Esta evolução permitiu o surgimento da Realidade Virtual e Aumentada, que são tecnologias influenciadas pela evolução dos programas de computadores, permitindo processamento em tempo real, com uma multiplicidade de plataformas e elementos sensoriais (CARDOSO et al., 2007).

Kirner e Siscoutto (2007) definem a realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA) como:

“Interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição, etc. também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário (KIRNER; SISCOUTTO, 2007, p. 14)”

“A realidade aumentada é definida de várias maneiras: a) é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real; b) é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador; c) é a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais (KIRNER; SISCOUTTO, 2007, p. 17) “

Inúmeras áreas, antes obsoletas e com poucos recursos, tiveram sua utilização ampliada com o uso dessas duas realidades. Por exemplo, no âmbito de entretenimento, novos jogos foram criados; já para a saúde, cirurgias virtuais, tratamento de pacientes, reabilitação e até mesmo o ensino da medicina tornou-se possível sem um objeto real; assim como todas as áreas que necessitam de treinamento, como a aviação, direção de veículos e testes de qualidade (DELLA CROCHE et al., 2016).

2.4 JOGOS SÉRIOS

De acordo com Zyda (2005) jogos sérios podem ser definidos como concursos mentais utilizando um computador e seguindo regras específicas, que utiliza o entretenimento para promover treinamentos de instituições corporativas, governamentais, educacionais e de saúde. Ainda segundo o autor, a principal diferença entre um Jogo Sério e jogos de entretenimento é o fator pedagógico. Ressalta também a importância de uma equipe de desenvolvimento que interaja com

cientistas especialistas no assunto e de uma instituição de pesquisa para a realização de testes em pacientes e voluntários.

2.5 JOGOS SÉRIOS NA REABILITAÇÃO

Billard (2002) e Gottman (1986) explicam em suas teorias que os jogos são uma oportunidade para reproduzir conflitos da vida real e amenizar sentimentos negativos, além de que constituem um contexto emocional significativo capaz de diminuir a dor e ansiedade.

Os autores ainda defendem que um jogo sério para ser efetivo e maximizar os efeitos da reabilitação deve seguir três regras. A primeira delas é adaptar o jogo de forma que o paciente realize movimentos, raciocínios ou atividades necessárias para a reabilitação sem que esse perceba que esteja fazendo. Dessa maneira, o paciente se sente mais estimulado ao fazer uma atividade descontraída. A segunda regra, também vista no trabalho de Langhorne (2011), é que o paciente deve realizar a maior quantidade de repetições possíveis para se obter os melhores resultados. Os jogos adiam o sentimento de tédio dos pacientes. E por último, o uso de feedbacks áudio visuais, como pontuação ao final de cada jogo e efeitos sonoros ao se fazer um movimento errado, guiam os pacientes para performar os movimentos de forma correta, evitando movimentos compensatórios.

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Uma revisão sistemática é uma revisão de uma questão claramente formulada que usa métodos sistemáticos e inequívocos para identificar, selecionar e avaliar criticamente estudos relevantes e para coletar e analisar dados desses estudos que estão sendo revisados (FREIRE; PANSANI; HARRAD, 2015). O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, utilizando o método PRISMA. Esta metodologia permite a síntese de múltiplos estudos de forma sistemática e ordenada, possibilitando conclusões gerais sobre a área em estudo, e se configura para subsidiar a tomada de decisão e o aprimoramento da prática clínica para identificar lacunas de conhecimento preenchidas com novos estudos, tornando a pesquisa resultados mais acessíveis e possibilitando que o leitor tenha acesso a vários estudos em um único estudo, de forma sintética (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Segundo Mendes, Silveira e Galvão (2008), este tipo de revisão permite uma ampla análise da literatura, a partir da discussão dos métodos e resultados da pesquisa e também da reflexão, que se dá nas seguintes etapas:

1. Seleção do tema, questão e hipótese norteadora da pesquisa;
2. Estabelecer critérios para inclusão e exclusão de pesquisas ou buscas na literatura;
3. Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados após filtragem;
4. Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa;
5. Interpretação dos resultados;
6. Apresentação da visão geral do conhecimento obtido.

3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Para realização deste estudo, foram selecionadas algumas bases de dados para busca. Sendo assim, escolheu-se as principais bases de dados: *Google Scholar*, *SciELO*, *Embase*, *Lilacs* e *PubMed/MEDLINE*. Somando buscas em inglês mais português, cada base de dado teve, respectivamente, 18560, 1, 16, 5, e 41 resultados, totalizando 18623 resultados de buscas.

3.3 DESCRIÇÃO DA BUSCA

Neste tipo de revisão, após a definição de quais bases de dados utilizar, é necessário definir uma etapa importante, os descritores. Em cada base de dados escolhida, é feita a pesquisa com os descritores e booleanos, afim de encontrar os artigos relacionados com a temática. Para este estudo, os descritores utilizados são: “AVC”, “realidade virtual”, “realidade aumentada”, “jogos sérios”, “Acidente Vascular Cerebral”, “VR”, “VA” e “JS”. Estas palavras foram combinadas de diversas formas e, também, suas equivalentes em inglês.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão e exclusão são responsáveis por dar um direcionamento para o estudo, onde são definidos os artigos que irão passar para as próximas etapas da seleção e compor os estudos escolhidos para a revisão (ERCOLE; MELO; ALCOFORADO, 2014). Sendo assim, os critérios deste estudo são:

- Inclusão

Os critérios para inclusão de artigos neste estudo foram: 1) Estudos nacionais e internacionais nas línguas portuguesa, inglesa e espanhol; além disto, 2) estudos originais de jogos sérios com realidade virtual e/ou aumentada voltadas à reabilitação de pacientes pós AVC; 3) estudos com texto completo disponível para leitura e ter tido voluntários no estudo; 4) estudos desenvolvidos nos últimos 10 anos.

- Exclusão

Foram excluídos artigos com as seguintes características: 1) revisões de literatura ou meta-análises.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliação dos dados, realizou-se a leitura completa dos artigos selecionados. A interpretação dos dados foi realizada de forma organizada e sintetizada por meio de uma tabela que compreendeu os seguintes itens: estudo, ano, país, amostra, idade média dos voluntários, testes no ambiente virtual e, finalmente,

se houve e quais são os benefícios com o treinamento de RV/RA. Além disto, foi realizada uma análise descritiva sobre cada estudo selecionado.

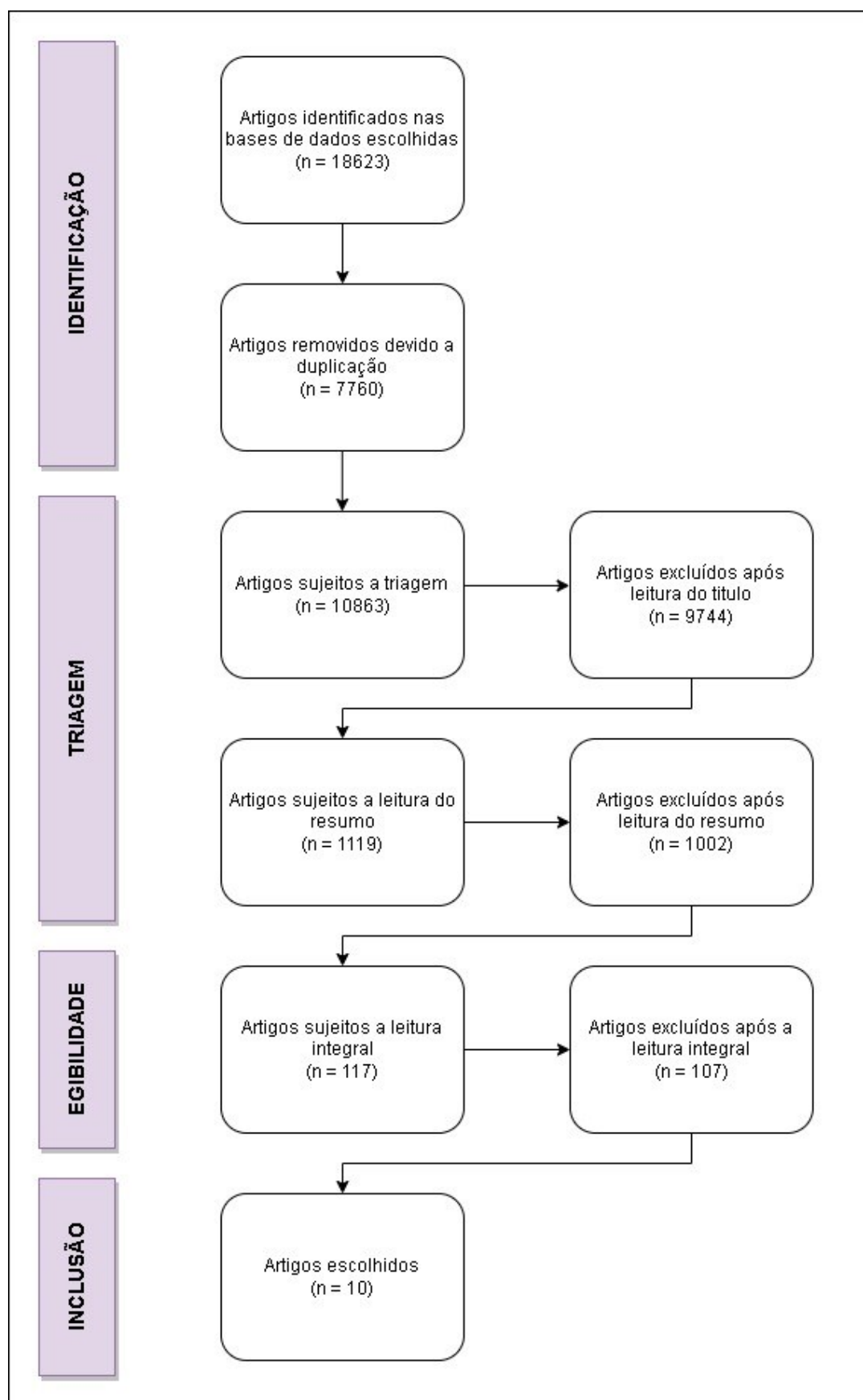
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, apresenta-se os resultados e a discussão sobre estudos que relatam a utilização de jogos sérios para reabilitação de AVC. A busca pelos artigos desta revisão teve início em outubro de 2021, onde, nas bases de dados escolhidas, foram realizadas diversas buscas combinando os descritores. Durante este período, encontrou-se um número expressivo de estudos que abordam a temática.

Durante a busca foram encontrados 18623 artigos, sendo 7760 removidos devido a duplicação. Em seguida, foi feita uma triagem de acordo com o título de cada artigo, restando 1119 artigos sujeitos a leitura dos resumos. A partir dessa leitura há uma grande filtragem na quantidade de artigos restantes, sobrando apenas 117 artigos submetidos a leitura integral.

Durante a leitura completa dos trabalhos foi feita uma avaliação de elegibilidade de acordo com os critérios de seleção dessa revisão. Aqueles que se enquadram em todos os critérios e condizem com o que se busca neste estudo, são agregados em um grupo e aqueles que, por qualquer motivo, não estejam seguindo os critérios estabelecidos, são excluídos, que resulta em um número final de 10 estudos.

Figura 2 - Diagrama PRISMA.



Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 2 - Estudos extraídos da revisão sistemática.

AUTOR	TITULO	ANO DE PUBLICAÇÃO
DARIA TSOUPIKOV A et. al	Virtual Immersion for Post-Stroke Hand Rehabilitation Therapy	2014
Joon-Ho Shin et. al	A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments	2014
Pedro Gamito et. al	Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games	2015
M. Shamim Hossain et. al	AR-based serious game framework for post-stroke rehabilitation	2015
Yoon-Hee Choi et. al	Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke	2016
Hsin-Chieh Lee et. al	The Effect of a Virtual Reality Game Intervention on Balance for Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial	2017
Amanda M. M. Funabashi et. al	AGaR: a VR serious game to support the recovery of post-stroke patients	2017
Nayron Medeiros Soares et. al	Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral	2017
Xinyu Song et. al	Cellphone Augmented Reality Game-based Rehabilitation for Improving Motor Function and Mental State after Stroke	2019
Gabriel Cyrino et. al	HarpyGame: A Customizable Serious Game for Upper Limb Rehabilitation after Stroke	2020

Fonte: Autoria própria (2021).

Conteúdo dos estudos selecionados

- **Estudo 1**

A pesquisa de número 1 chama-se “Virtual Immersion for Post-Stroke Hand Rehabilitation Therapy”. Seu autor principal, Daria Tsoupikova, é da Escola de Design da Universidade de Illinois, em Chicago, Estados Unidos. O texto foi publicado em dezembro de 2014, nos anais da Biomedical Engineering Society.

O estudo teve uma etapa de experimentos com seis pacientes pós AVC, na qual estes foram submetidos a sessões de terapia com imersão em realidade virtual e jogos sérios. Os pesquisadores visavam incentivar a realização de atividades repetitivas por meio da combinação dos movimentos com a realidade virtual, melhorando e encorajando a continuidade nos tratamentos. Ao final do período experimental, foram observadas melhorias nas atividades visuais e na força de pinça lateral.

Após coletar feedbacks de sobreviventes de AVC e terapeutas, os autores desenvolveram um ambiente imersivo de realidade virtual baseado na história Alice no País das Maravilhas. Pela perspectiva de primeira pessoa, o usuário vê o ambiente e seu braço virtual, podendo interagir com o espaço.

O cenário possui características sobrenaturais, onde os objetos podem, de repente, se tornarem animados e até se transformarem em outros objetos. Visando a prática de movimentos específicos, 10 tarefas foram desenvolvidas para que o usuário trabalhe as extremidades motoras dos membros superiores, são elas: alcançar e agarrar, pinça lateral e individualização dos dedos.

Essas atividades são:

1. Os biscoitos sobre a mesa se transformam em caranguejos, fugindo do alcance do usuário. O paciente deve rastrear os movimentos do seu braço com a mão aberta e capturá-los;
2. Pássaros azuis desenhados na louça chinesa ganham vida e voam sobre a mesa. O paciente deve recaptura-los usando os movimentos dos braços;
3. Flores devem ser cortadas com tesouras, exigindo que o paciente trabalhe o movimento de pinça lateral;

4. Um bule deve ser manipulado para encher uma xicara de chá. Ao realizar essa tarefa, o paciente trabalha, em conjunto, rotação de braço e movimento de agarrar com as mãos;
5. Cubos de açúcar devem ser manuseados de uma vasilha para a xicara, exigindo o movimento de pinça;
6. O chá junto com o açúcar deve ser misturado, exigindo rotação de braço e movimento circular simultaneamente;
7. O paciente deve levar uma xicara até a boca, simulando que está bebendo o chá. Esse movimento exige que o paciente agarre a xicara com a palma da mão e mantenha controle sobre ela até chegar à boca;
8. Com o objetivo de desenvolver a individualização dos dedos, o paciente deve mergulhar, um dedo de cada vez, em potes com cores diferentes e pintar o ar;
9. Um guardanapo voa de repente sobre a mesa, indicando que cada dedo deve ser limpo separadamente, necessitando assim de individualização de dedo;
10. O usuário deve segurar uma taça utilizando o movimento de pinça com 3 dedos e leva-la à boca.

Todas as atividades podem ser potencializadas aumentando-se a dificuldade ou o número de repetições necessárias para concluir. Além disso, o paciente recebe feedback audiovisual de acordo com a sua performance e o tempo e pontuação são exibidos ao final de cada atividade.

O usuário também deve usar uma luva na mão com função motora mais afetada pelo AVC. Nela, no outro pulso e na cabeça, são acoplados rastreadores magnéticos para orientar a posição da mão virtual e controlar a visão dentro da sala virtual. Os ângulos das articulações das mãos são rastreados a partir de sensores de dobra.

Para avaliar a usabilidade do sistema de realidade virtual desenvolvido, foram selecionados 6 voluntários sobreviventes do AVC com hemiparesia crônica do lado direito. Os critérios de seleção foram: ter sofrido AVC há pelo menos 6 meses, não possuir dores ou contraturas nos dedos, estar entre o estágio 4 e 6 na escala Chedoke-McMaster Stroke Assessment e não possuir dificuldades cognitivas, visuais ou auditivas para seguir as orientações.

Durante 6 semanas os participantes foram submetidos a 18 sessões de uma hora cada com a intervenção da realidade virtual. Cada treinamento teve o acompanhamento de um terapeuta e consistiu em um ou mais ciclos de 10 atividades.

A pontuação atingida por cada paciente em cada atividade e o número de ciclos de cada sessão foram armazenados. Além disso, um terapeuta, que não estava envolvido no estudo, realizou avaliações clínicas antes do início do tratamento, após a conclusão das sessões e 1 mês depois.

O estudo concluiu que as intervenções com realidade virtual e abordagem em formato de jogos promove benefícios aos pacientes sobreviventes de AVC. As análises mostram que houve melhorias consideráveis no tempo de execução das atividades conforme passado as sessões. Isso além de apontar para um controle mais aprimorado dos membros superiores, também evidencia um aumento da prática repetitiva, ou seja, participantes poderiam completar mais ciclos de um determinado exercício durante mais sessões de treinamento.

A principal melhoria segundo as métricas e terapeutas, além do tempo de execução das tarefas, foi na coordenação motora do braço/mão. Os participantes exibiram modesta melhoria na força do movimento de pinça lateral.

- Estudo 2

O segundo estudo selecionado é intitulado “A task-specific interactive game based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments”. Seus autores são Joon-Ho Shin, Hokyoung Ryu e Seong Ho Jang do Departamento de Física Médica e Reabilitação da Faculdade de Medicina da Universidade Hanyang, na Coreia do Sul. A pesquisa foi publicada em 2014 na revista *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*.

O estudo se baseia na premissa de que ambientes de realidade virtual não são comumente utilizados em tratamentos de reabilitação, e quando são, usam jogos comerciais que nem sempre atendem as necessidades de pacientes que sofreram com AVC. Diante disso, desenvolveram, e testaram com pacientes reais, um jogo sério composto por um ambiente de realidade virtual para auxiliar terapeutas e pacientes na reabilitação dos membros superiores, denominado RehabMaster.

Para jogá-lo, o paciente deve se sentar em frente ao monitor, diante de um sensor de profundidade. O jogo é operado por um terapeuta que controla os módulos e o nível de dificuldade.

O jogo contempla quatro funcionalidades, são elas: um menu gerencial que contém as informações de cada paciente, um módulo de avaliação que expõe o progresso de cada usuário, um programa de reabilitação onde o paciente deve imitar os movimentos do avatar virtual e um programa em formato de jogo também para reabilitação.

Em suma, as avaliações das performances dos pacientes são feitas comparando o movimento dos mesmos de acordo com uma referência e suas amplitudes. Os movimentos exigidos pelo jogo foram sugeridos por fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais e são numerosos suficiente para atender todos os níveis de severidade de pacientes acometidos com AVC.

O treinamento de reabilitação foi implementado para promover melhorias na amplitude dos movimentos, resistência e força nos membros superiores dos usuários. Também com o mesmo objetivo, mas visando deixar o processo mais leve, agradável e desafiador, foram implementados 4 jogos sérios, são eles: *Underwater fire*, *Goalkeeper*, *Bug Hunter* e *Rollercoaster*.

O primeiro jogo trabalha movimentos do antebraço e combina coordenação motora e visual. O objetivo do paciente é acertar peixes com o disparo de uma arma. O terapeuta pode controlar o tamanho e velocidade dos peixes, assim como permitir o uso de uma única arma, focando o exercício no membro mais afetado pelo AVC. A pontuação desse jogo é proporcional a quantidade de peixes derrubados.

Os jogos *Goalkeeper* e *Bug Hunter* são similares e ambos trabalham coordenação, controle, resistência, velocidade, precisão e amplitude de movimento dos membros superiores. Neles, o usuário controla um goleiro ou um caçador, que respectivamente, devem agarrar bolas de futebol ou insetos. Assim como no primeiro, esses dois jogos também são passíveis de alterações pelo controle do terapeuta, permitindo aumentar ou diminuir a dificuldade e tempo de jogo.

Por fim, o jogo *Rollercoaster* adiciona o trabalho de movimentos do tronco. O paciente deve se posicionar igual ao avatar virtual para se encaixar em vãos no caminho da montanha russa. Ao final dos jogos é mostrado na tela a pontuação alcançada, promovendo um feedback da performance dos jogadores.

O teste de usabilidade do sistema foi realizado com três grupos: pacientes de AVC, terapeutas ocupacionais e psiquiatras. O grupo dos pacientes receberam intervenção com o sistema RehabMaster duas vezes por semana, por duas semanas, durante 20 minutos. Ao final do experimento, os três grupos responderam um questionário com a escala Likert.

Foram selecionados, para dois experimentos clínicos, pacientes hemiparéticos vítimas do AVC com disfunções nos membros superiores. Os critérios de exclusão foram: disfunções motoras preexistentes nos braços, qualquer condição de dores nos membros superiores, dificuldades para sentar e se manter sentado por 20 minutos, nota inferior a 10 no exame mini estado mental e afasia severa.

Primeiro, um estudo observacional foi realizado em pacientes com AVC crônico, a fim de avaliar a viabilidade de uso e efeitos adversos do treinamento baseado com RehabMaster e jogos em pacientes com acidente vascular cerebral. Os pacientes foram submetidos a 10 sessões de 30 minutos, 1 vez por dia, 5 dias por semana durante 2 semanas. As métricas utilizadas foram Fugl-Meyer Assessment (FMA), para avaliar função motora superior, e Modified Barthel Index (MBI) para funções globais.

Depois, foi realizado um estudo simples cego em pacientes com AVC agudo ou subagudo. Foram realizadas 10 sessões durante duas semanas de sessões tradicionais de terapia ou sessões tradicionais de terapia combinadas com o treinamento RehabMaster, constituindo dois grupos.

Os resultados dos questionários podem ser resumidos em três vantagens do treinamento para cada grupo. Os pacientes consideraram o estudo uma experiência imersiva que prende a atenção. Os terapeutas classificaram como um sistema que permite seguir o protocolo de reabilitação, além de ser possível editar e gerenciar o nível de dificuldade e resultados. E por fim, os psiquiatras ressaltaram a possibilidade de avaliar individualmente a intervenção do sistema nos pacientes.

O primeiro estudo, realizado com 6 pacientes masculinos com idade média de 48 anos, mostrou uma leve melhoria nas funções motoras superiores, onde a nota FMA foi de 18 para 25. Além disso, a nota MBI se manteve praticamente a mesma durante o experimento, indicando efeitos estáveis e duradouros com o tempo. No segundo estudo, as métricas (FMA e MBI) evoluíram mais no grupo que recebeu

intervenção com o sistema RehabMaster, entretanto, não alcançou significância estatística.

Os autores concluem que o RehabMaster provou ser uma ferramenta de reabilitação viável e segura para melhorar a função motora de pacientes em diferentes estágios de recuperação após o acidente vascular cerebral. Além disso, promove a imersão no ambiente de realidade virtual, resultando em uma experiência mais prazerosa e motivadora.

- Estudo 3

O estudo de número 3 intitulado “Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games” foi publicado em 2015 na revista “Disability and Rehabilitation, an international, multidisciplinary journal” pelo autor Pedro Gamito, membro da Lusophone University of Humanities and Technologies e COPELABS – Cognition and People-centric Computing Laboratories, ambos em Lisboa, Portugal. Esse estudo promove uma comparação entre dois grupos de pacientes após acidente vascular cerebral, onde um deles teve acesso a um programa de treinamentos e o outro não. O programa é constituído por um jogo sério baseado em realidade virtual com tarefas de atenção e memória constituídas por atividades cotidianas.

Para dar início ao estudo os pesquisadores recrutaram 29 pacientes de AVC de hospitais da região de Lisboa. Foram determinados alguns critérios de exclusão para filtrar as condições dos pacientes e, possuir assim, um grupo mais ideal para a pesquisa. Esses critérios são: a) histórico de distúrbios neurológicos ou psiquiátricos além do AVC; b) abuso de substâncias químicas ou alcoolismo; c) pontuação abaixo da nota de corte do MMSE (Mini-Mental State Examination) e d) deficiências visuais não corrigíveis. Diante disso 9 pacientes foram excluídos por deficiências visuais ou por terem alta antes do início dos estudos, constituindo uma amostra final de 20 pacientes de AVC (9 homens e 11 mulheres) com média de idade de 55 anos. Essa amostra foi dividida de forma aleatória em outros 2 grupos: 1) 10 pacientes (5 homens) no grupo experimental que será submetido a intervenções dos jogos sérios com realidade virtual; e 2) 10 pacientes (6 homens) no grupo controle, que apenas aguardará o fim do estudo sem nenhuma intervenção.

O grupo experimental foi treinado com uma sessão de 1 hora no computador para se familiarizarem com as funcionalidades da realidade virtual. Após isso, os pacientes foram submetidos à estimulação cognitiva durante sua internação no hospital pelos mesmos terapeutas envolvidos no recrutamento, que forneceram os dispositivos móveis nos quais o aplicativo foi executado, acionou os exercícios e explicou como funcionam para os participantes. As sessões foram de 60 minutos de 4 a 6 vezes por semana utilizando os jogos sérios no aparelho mobile.

As atividades no ambiente virtual englobavam atividades cotidianas com o objetivo de desenvolver funções cognitivas como memória (seleção e compra de itens), orientação espacial (encontrar o caminho até o mercado), atenção seletiva (encontrar um objeto específico no cenário), reconhecimento de objetos, pessoas ou eventos (identificação de publicidades no outdoor) e cálculos (matemática financeira do dia a dia). O software foi desenvolvido usando Unity 2.5 e está disponível gratuitamente.

Para avaliar a evolução neuropsicológica foram aplicados testes antes e depois da intervenção com jogos sérios e realidade virtual, permitindo avaliar se houve melhoras nas condições cognitivas dos pacientes, na Figura 09. Os testes foram baseados na Wechsler Memory Scale (WMS), Toulouse-Piéron Test (TPT) e Rey Complex Figure.

O objetivo do estudo era testar o efeito do uso de realidade virtual com jogos sérios na reabilitação de pacientes de AVC no que tange a habilidades de memória e atenção. Os resultados apresentados indicam que essa abordagem promove benefícios na memória e atenção dos pacientes, mas quanto a memória visual os resultados não foram significativos. Em qualquer caso, as comparações entre o grupo experimental e o controle revelaram uma diferença em atenção e capacidade de memória geral avaliada com o WMS, tendo o grupo experimental evoluído.

De acordo com alguns estudos, a fim de ocorrer a transferência de funções cognitivas prejudicadas para regiões cerebrais intactas, o treinamento dessas funções cognitivas deve ser desafiador, repetitivo, motivador e intensivo. Os resultados mostram que a abordagem desse estudo possui essas características e promoveu benefícios.

- Estudo 4

O quarto estudo selecionado foi publicado no ano de 2016 no periódico Multimedia Systems com o título “AR-based serious game framework for post-stroke rehabilitation”. Seus autores são de universidades da Alemanha e Arabia Saudita.

A abordagem dessa pesquisa se diferencia das demais porque além do uso de jogos sérios com realidade virtual no processo de reabilitação de pacientes pós AVC, também adiciona o uso de realidade virtual aumentada. A diferença é que a realidade aumentada busca incluir componentes digitais no mundo em que já vivemos. Dessa maneira, o presente estudo propõe um jogo sério com feedback vibro-tátil e realidade virtual aumentada e apresenta seus benefícios em relação a terapia convencional.

Os autores argumentam que o uso de objetos tangíveis combinados com realidade aumentada permite que os pacientes não apenas vejam cenas do mundo real, mas também interajam com os objetos tangíveis nos exercícios de reabilitação. Dessa forma, o framework proposto incentiva os pacientes a completar com sucesso o tratamento oferecendo três tipos de feedback: áudio, visual e vibro-tátil.

Os pacientes agarram e move uma espécie de copo para controlar um avatar virtual dentro do jogo. Quando o avatar colide com outros objetos virtuais há um feedback audiovisual e também uma vibração, o que cria uma experiência mais realista. Visando a construção de um dispositivo leve e de baixo custo, os pesquisadores evitaram o uso de um braço robótico acoplado ao objeto tangível. Ao invés disso, usaram motores de vibração porque consomem pouca energia, são baratos e não exigem calibração. Além disso, combinaram com um controlador, uma bateria e um módulo bluetooth.

A fim de organizar o experimento com pacientes reais, foi montado um espaço onde os usuários devem sentar a 10-15cm da mesa. Sobre a mesa está o objeto tangível e algumas marcações para o usuário se posicionar de maneira ideal. Além disso, uma tela e aparelhos de som foram posicionados.

Onze pacientes foram selecionados para a condução do estudo, sendo 3 mulheres e 8 homens. Eles foram recrutados de uma clínica na Alemanha e dez sofreram AVC e 1 sofre da síndrome de Guillain-Barré (GBS), doença essa com mesmas sequelas do AVC.

A intenção do estudo era que todos os pacientes jogassem todos os jogos, entretanto alguns possuíam limitações que os impediam. Cada paciente jogou por pelo menos uma hora durante as sessões e foram informados que poderiam parar com os treinamentos quando quisessem. Um questionário foi elaborado para que respondessem ao final dos testes.

Por meio das respostas os pesquisadores concluíram que todos os pacientes se sentiram desafiados e engajados com a abordagem por meio de jogos sérios e realidade aumentada. Além disso, possuíam um sentimento de êxito ao conseguirem finalizar as etapas dos jogos. Por outro lado, 2 pacientes se sentiram frustrados com alguns jogos e outros 2 sentiram fadiga nos membros superiores. Esse cansaço muscular é devido ao peso do objeto tangível, ponto que pode ser melhorado.

Testes mostraram que o número de tarefas realizadas corretamente aumentou com a intervenção dos jogos na reabilitação, evidenciando melhorias na coordenação dos pacientes antes e depois do uso dos jogos.

Por fim, o estudo conclui que o atual cenário de tecnologias no campo de reabilitação ainda necessita de avanços em termos de eficiência, motivação e custo para que seja mais natural, interativo e abrangente para todos os tipos de tratamentos. Diante disso, os pesquisadores apostaram em um sistema chamado SIERRA que engloba jogos sérios, realidade virtual e aumentada para atuar junto com terapeutas na reabilitação de pacientes de AVC. O uso de objetos tangíveis permitiu uma experiência mais realística e imersiva, gerando maior engajamento dos pacientes nas sessões de tratamento. Mais motivados e interessados, os pacientes tendem a obter melhores resultados no processo de reabilitação. O uso da tecnologia ajuda os terapeutas a regular e adaptar os jogos de acordo com as condições e progresso dos pacientes, além de receber métricas que ajudam na interpretação dos resultados.

Para trabalhos futuros, foram observados dois pontos de melhoria. Primeiro, o objeto tangível deve ser mais adaptável a condição do paciente, ou seja, quanto mais leve mais adaptável ele será para pacientes com condições mais severas do AVC. E segundo, sugerido por um terapeuta, um jogo que treine movimentos de zigzag das mãos seria útil.

- Estudo 5

O quinto estudo selecionado foi publicado em 2016 na revista “Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke” pelo autor principal Yoon-Hee Choi, do Departamento de Medicina de Reabilitação da Faculdade de Medicina da Universidade Nacional de Seul, na Coreia do Sul.

Os pesquisadores tiveram como objetivo o desenvolvimento de um programa de realidade virtual baseado em jogos móveis para reabilitação dos membros superiores de pacientes que sofreram AVC. Eles acreditam que a realidade virtual combinada com jogos sérios pode aumentar a motivação e o prazer durante sessões repetitivas de terapia.

A etapa experimental do estudo dividiu, igual e aleatoriamente, 24 pacientes em dois grupos, sendo eles o grupo experimental e o grupo controle. Os critérios de seleção para o grupo experimental foram: diagnóstico de AVC isquêmico, capacidade para seguir comandos simples, estabilidade clínica e comprometimento da extremidade superior com um estágio de Brunnstrom entre 1 e 5. Os de exclusão foram: problemas de consciência, condições clínicas não controladas, comprometimento cognitivo, problemas visuais severos e dificuldade em se manter em equilíbrio enquanto sentado.

O programa de reabilitação teve duração de 10 sessões de 1 hora durante 5 dias da semana por 2 semanas. O grupo experimental recebeu 30 minutos de terapia convencional mais 30 minutos de terapia por meio do MoU-Rehab, nome do programa desenvolvido. Por outro lado, o grupo controle recebeu 1 hora de terapia convencional durante as sessões. O protocolo recomendou 4 jogos por paciente de acordo com as limitações de cada.

A tecnologia utilizada consiste da combinação de um smartphone com um tablet. Os movimentos do paciente são rastreados pelos sensores do celular e essa informação é transmitida, via bluetooth, para o tablet.

Durante as sessões, o smartphone era acoplado ao ante braço ou ao braço do paciente através de uma faixa. A dificuldade de cada jogo podia ser ajustada de acordo com as condições do paciente, sendo possível alterar a velocidade e amplitude de movimento lida pelos sensores. Todos os jogos criados objetivaram a melhoria da

força, resistência, amplitude de movimento, controle, velocidade e precisão dos membros superiores dos usuários.

Todas as avaliações foram realizadas no início, no final e 1 mês depois do tratamento. Um único terapeuta ocupacional “cego” realizou todas as avaliações clínicas. As métricas utilizadas foram MMT (Manual Muscle Testing), FMA-EU (Fugl-Meyer Assessment of the upper extremity), MBI (Modified Barthel Index), EQ-5D (EuroQol-5 Dimension), BDI (Beck Depression Inventory).

O estudo mostrou que os dois grupos apresentaram avanços na reabilitação das extremidades superiores, assim como houve melhoria na qualidade de vida. Além disso, sentimentos depressivos foram reduzidos após o tratamento nos dois grupos. Esses resultados persistiram mesmo 1 mês depois do tratamento. Entretanto, quando comparado os resultados entre os dois grupos observa-se melhores resultados na coordenação motora das mãos e braços do grupo experimental, que recebeu intervenção com realidade virtual.

- Estudo 6

O sexto estudo selecionado é intitulado de “The Effect of a Virtual Reality Game Intervention on Balance for Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial” publicado no ano de 2017 em “Games for Health Journal”. Seus autores são Hsin-Chieh Lee, Chia-Lin Huang, Sui-Hua Ho e Wen-Hsu Sung, dos departamentos de física medica, reabilitação e tecnologia assistiva das universidades de Tapei Medical University e National Yang-Ming University, ambas de Taiwan.

Essa pesquisa visa investigar os efeitos do uso de realidade virtual por meio de um treinamento usando os jogos do Kinect do Xbox, uma famosa plataforma de jogos, em pacientes pós AVC.

A fim de recrutar os pacientes para participação no estudo foram elaborados cinco critérios de inclusão e 4 de exclusão. Os de inclusão são: idade entre 20 e 75 anos, ter cronicidade motora há mais de 6 meses, habilidade para entender as instruções dos jogos, capacidade de ficar de pé por quinze minutos, estar no mínimo no estágio três dos estágios de Brunnstrom de recuperação de derrame. E os de exclusão foram: nota inferior a 16 na Avaliação Cognitiva de Montreal, ter problemas de audição ou visual que atrapalhe no momento do jogo e possuir outros sintomas clínicos que podem afetar o movimento.

Diante disso e com os devidos protocolos de ética e saúde aprovados, foram criados 2 grupos de forma aleatória. O grupo experimental continha 26 pacientes e o grupo controle 21. Duas vezes por semana durante seis semanas o grupo experimental recebeu 45 minutos de terapia convencional e 45 minutos de terapia com o uso da realidade virtual. Enquanto o grupo controle, pelo mesmo período de tempo, recebeu 90 minutos de terapia convencional.

Os pesquisadores selecionaram 9 jogos comerciais de realidade virtual da plataforma “Kinect from Xbox” e de acordo com as condições dos pacientes selecionavam os mais adequados. Ao final das partidas a pontuação de cada paciente era registrada, assim como alguns feedbacks.

Foi feita uma análise onde é possível relacionar o nome do jogo, a atividade proposta e quais movimentos dos pacientes foram exigidos. Por exemplo, com o minijogo “Golf” do jogo “Kinect Sports: Season 2”, o paciente deve balançar o taco de forma precisa para acertá-la no buraco. Essa atividade requer um leve agachamento bilateral de joelho e balanço bilateral da mão com a rotação do tronco para um lado, promovendo um deslocamento de peso. Já o “Rally Ball” do jogo “Kinect Adventures!” exige movimento bilateral dos membros superiores e inclinação do tronco para balanceamento do peso corporal. Ao final das partidas a pontuação de cada paciente era registrada, assim como alguns feedbacks.

Os resultados da pesquisa ilustram que os dois grupos exibiram melhora parcial do equilíbrio nos testes BBS (Berg Balance Scale) e TUG-cog (Timed Up and Go-cognition) após 12 sessões de treinamento, e esta melhora foi mantida no acompanhamento dos 3 meses seguintes. Outros benefícios observados com o uso de realidade virtual foram o fornecimento de feedback multissensorial durante o jogo, incluindo propriocepção, feedback vestibular, visual e auditivo. Essa combinação sensorial e cognitiva desenvolve a capacidade de realizar duas ou mais tarefas ao mesmo tempo pelo paciente, semelhante a situações cotidianas. Além disso, o ambiente de realidade virtual combinado com jogos promove uma experiência mais estimulante e prazerosa que motiva os pacientes a se envolverem completamente com o treinamento

- Estudo 7

O sétimo estudo selecionado é intitulado “AGaR: a VR serious game to support the recovery of post-stroke patients” e foi publicado XIX Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, em 2017. Seus autores são Amanda M. M. Funabashi, Renan V. Aranha, Talita D. Silva, Carlos. B. M. Monteiro, Willian S. Fátima L. S. Nunes da Universidade de São Paulo.

A pesquisa visa melhorar o processo de reabilitação para pacientes acometidos com AVC e também para os terapeutas. Para isso, foi desenvolvido um jogo sério com ferramentas de realidade virtual chamado AGaR. Em conjunto com o jogo, é usado o sensor de movimento Kinect One, capaz de rastrear movimentos corporais sem a necessidade de o usuário segurar ou usar qualquer dispositivo.

Antes do início do desenvolvimento, os pesquisadores ouviram dos terapeutas quais recursos estes acreditavam que deveriam existir no sistema. Dentre eles citaram elementos lúdicos como tempo, pontuação e indicadores de erros/acertos como elementos sonoros e visuais.

O jogo possui uma interface principal cujo objetivo é associar duas imagens que possuem contexto similar. Na tela, a imagem central é a imagem de referência. Acima dela estão as imagens que o usuário deve analisar de acordo com o contexto da imagem de referência. Dentre as 4, apenas uma está correta. A imagem correta deve ser movida até uma área indicada e, caso seja de fato correta, esta área se tornará verde e um feedback sonoro também é emitido (o mesmo ocorre para área vermelha e feedback sonoro negativo caso a imagem seja errada). Ao lado direito da interface, o usuário pode descartar imagens que julga errado. Todo o processo é feito por meio do cursor no formato de uma mão. A figura da mão segue os movimentos feitos pela mão do usuário. A quantidade de vezes jogada é estipulada pelo terapeuta.

Ao final do treinamento, algumas métricas são armazenadas. São elas: tempo de reação, tempo para selecionar a imagem, tempo para levar a imagem selecionada até o alvo, tempo total jogado e “valence metric likelihood” (cálculo para medir a experiência do usuário como positiva ou negativa). Esses dados são úteis para o profissional de saúde avaliar e monitorar a performance dos pacientes.

A fim de promover uma avaliação experimental, o jogo AGaR foi usado junto com pacientes, fisioterapeutas e os desenvolvedores em um ambiente controlado. O

protocolo continha duas etapas, a primeira era um teste cujo objetivo era esclarecer dúvidas e preparar o paciente. Na segunda parte, os pacientes executaram uma sequência com a quantidade de partidas e imagens definidas pelo fisioterapeuta.

Além das métricas provindas do software e do sensor de movimento Kinect One, também foi usado um sensor de emoção e análise SDK da marca Affectiva, que requer apenas uma webcam para capturar imagens da face do paciente. O algoritmo SDK identifica algumas marcas no rosto e, com machine learning, as classifica em expressões faciais e mapeia emoções de acordo com a combinação das expressões. Isso ocorre em tempo real.

O experimento ocorreu com quatro pacientes. A pesquisa não relata o gênero, idade média, tempo em relação a data que ocorreu o AVC ou quaisquer outras informações dos pacientes.

Para validar o sensor de movimento utilizado foi analisado o número de erros e descartes executados pelos pacientes. Esses números aumentaram com a quantidade de partidas (ciclos), o que indica que alguns pacientes não conseguiram executar alguns movimentos por erro de captura do sensor, indicando que o Kinect One pode ter baixa eficiência para a proposta.

Outra forma para validar o jogo foi observando as métricas de tempo. A hipótese dos autores é que se o AGaR é efetivo, então as variáveis relacionadas a tempo devem diminuir ao passar dos ciclos. Além disso, também foram coletados os resultados da análise de expressões faciais do algoritmo SKD.

Em suma, o estudo apresentou resultados positivos para os pacientes 1 e 2. Analisando o tempo de reação e tempo de seleção da imagem desses pacientes foi observado que diminuiriam com o passar dos ciclos, além do baixo número de erros e descartes. Nos pacientes 3 e 4 não foi encontrado diminuição das variáveis de tempo, o que indica que o jogo não foi efetivo.

Por outro lado, os resultados da análise da “valence metric likelihood” e engajamento por expressões faciais indica que o paciente 4 teve prazer ao jogar o AGaR. Assim, o jogo pode ser uma alternativa para seu tratamento.

Conclui-se que mais sessões com mais pacientes são ideais para se obter conclusões mais assertivas sobre essa abordagem. O experimento possuiu sessões curtas, com poucos ciclos para serem jogados, e, assim, uma sessão por paciente, com poucos pacientes, não é suficiente para comprovar a eficácia do AGaR. Além

disso, alguns pacientes reportaram dificuldades de entender ou enxergar as imagens na interface, indicando possíveis melhorias.

Não foi possível observar um padrão nas variáveis de tempo dos 4 pacientes do estudo. Variáveis como tempo de reação e tempo para selecionar a imagem ficaram constantes em um paciente, outro teve essas métricas diminuídas com o tempo, o que pode indicar um avanço na coordenação motora e outro aumentou o número de ciclos, o que pode indicar que o jogo não era eficaz para o paciente.

- Estudo 8

O oitavo estudo é intitulado “Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral” e foi publicado no ano de 2017 na revista Scientia Medica. Seus autores são Nayron Soares, Gabriela Pereira, Renata Figueiredo, Gleydson Moraes e Sandy Melo, das universidades UEPB (Universidade Estadual da Paraíba) e UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

A estratégia abordada pelos pesquisadores é treinar pacientes com disfunções motoras nos membros superiores devido a um AVC usando o jogo Playground 3D e a tecnologia Leap Motion Controller em um ambiente de realidade virtual. Essa tecnologia consiste em um sensor de movimento que pode facilmente ser instalado junto a um computador. Para avaliar os benefícios dessa abordagem foram realizados 3 testes no começo e fim do experimento, são eles: Caixa e Blocos, Coordenação Óculo-Manual de Melo e Estimulação Magnética Transcraniana.

O teste de Estimulação Magnética Transcraniana consiste na verificação do limiar motor de repouso no córtex. O teste da Caixa e Blocos, criado em 1985 por Mathiowetz, é simples e nele o paciente deve mover blocos entre duas caixas por oito minutos. E por fim, o teste Óculo-Manual de Melo compreende o encaixe de pinos em formas geométricas de acordo com o acionamento de LEDs (Light Emitter Diode) com a mesma forma geométrica correspondente.

Para a avaliação experimental foram recrutados três pacientes em recuperação de AVC. As intervenções foram realizadas durante 3 dias, por 30 minutos, com o jogo Playground 3D do sensor de movimentos LMC. Este jogo exige flexão-extensão do ombro, cotovelo, punho e mão a fim de que o objeto seja posicionado sobre a cabeça de robôs que se movem aleatoriamente.

Após as sessões e aplicações de testes, no terceiro dia foi possível relatar algumas observações. Dentre elas, observou-se que o paciente 1, homem de 48 anos que havia sofrido AVC há 5 anos, teve redução bilateral do limiar motor no córtex cerebral. O mesmo ocorreu de forma mais acentuada com o paciente 2, um homem de 60 anos acometido pelo AVC há 5 meses na época e o paciente 3, uma mulher de 58 anos que sofreu AVC há dois anos da data. Pelo teste de Coordenação Óculo-Manual de Melo, observou-se uma melhora no tempo de execução das tarefas em todos os pacientes. Assim como no teste de Caixas e Blocos, onde os voluntários foram capazes de mover mais blocos em um menor intervalo de tempo. Os resultados dos questionários apontaram que o jogo pode gerar fadiga e estresse, mas não o suficiente para desanimar os pacientes. Além disso, as respostas indicam que os pacientes se sentiram mais habilidosos e que continuariam por mais tempo com o treinamento.

Conclui-se que a abordagem com jogos sérios e o sensor de movimento LMC em realidade virtual no processo de reabilitação de pacientes acometidos com AVC promove diminuição do limiar motor em ambos os hemisférios cerebrais, o que por sua vez pode promover melhores desempenhos nas funções da extremidade superior do membro afetado de indivíduos pós AVC.

- Estudo 9

O nono estudo selecionado tem o título “Cellphone Augmented Reality Game-based Rehabilitation for Improving Motor Function and Mental State after Stroke” publicado no ano de 2019 em “IEEE 16th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)”. Seu autor principal chama-se Xinyu Song do laboratório “State Key Laboratory of Mechanical System and Vibration, Shanghai Jiaotong University” em Shanghai, China.

Em busca de portabilidade, praticidade e baixo custo, os pesquisadores desenvolveram 3 jogos sérios móveis em ambiente aumentada para auxiliar no treinamento da reabilitação de membros superiores. Os pacientes devem mover seus braços para tocar alvos virtuais gerados de maneira tridimensional no ambiente de

realidade aumentada. Além disso, o sistema ainda oferece feedback visual e tátil para cada ação bem sucedida e foi testada em 8 pacientes.

Os jogos desenvolvidos necessitam do aparelho iPhone 7 com sistema operacional IOS 11.2.5. A posição do membro do paciente no espaço é coletada de acordo com os próprios sensores do smartphone.

Foram desenvolvidos 3 jogos sérios. O jogo “Pyramid Reach”, visa trabalhar os membros superiores do paciente enquanto o mesmo deve encostar na maior quantidade de pirâmides possíveis que aparecem na tela. “Add VS Sub” consiste em “encostar”, aproximando o cursor, no número correspondente à operação matemática ilustrada na tela, dessa forma, o paciente trabalha funções motoras e cognitivas ao mesmo tempo. E no jogo “Stroop Game”, o paciente deve “encostar” na palavra cuja cor e significado semântico correspondam, trabalhando também funções motoras e cognitivas.

A validação experimental do estudo foi realizada com 8 pacientes acometidos com AVC, sendo 6 homens e 3 mulheres com média de idade de 47 anos. Os critérios de seleção foram: possuir disfunção motora nos membros superiores após AVC, idade entre 10 e 80 anos, nota superior ou igual a 15 em um exame mental e pontuação maior igual a 3 na escala Brunnstrom. Os critérios de exclusão foram: dores no ombro, disfunção cognitiva severa e/ou dificuldades para enxergar.

Devido à dificuldade de alguns voluntários para segurar o smartphone durante as sessões, os pesquisadores usaram cola quente e uma luva para grudar o aparelho e melhorar a aderência. O experimento durou uma sessão única de 5 partidas por jogo para cada paciente, sendo 1 minuto de duração e 1 minuto de descanso. As análises foram desenvolvidas no software MATLAB e basearam-se nas pontuações do jogo Pyramid Reach.

A média de todos os pacientes indicou aumento na pontuação ao comparar a 5ª partida com a 1ª, ou seja, a cada partida os pacientes tenderam a controlar melhor seus membros superiores a fim de pontuar mais, ajudando na reabilitação dos movimentos.

Ao final do experimento os pacientes podiam responder um questionário de 5 perguntas sobre seus sentimentos e impressões em relação ao tratamento com jogos. Mais de 75% dos pacientes concordam que se sentiram confortáveis, motivados e com melhor auto confiança com a abordagem de terapia por meio dos jogos sérios. Da

mesma maneira, mais de 75% dos pacientes discordam que os jogos os fizeram se sentirem frustrados, ansiosos ou nervosos.

- Estudo 10

A última pesquisa selecionada recebeu o nome de “HarpyGame: A Customizable Serious Game for Upper Limb Rehabilitation after Stroke” e foi publicada no Simpósio De Realidade Virtual e Aumentada (SVR) no ano de 2020. Os autores são brasileiros e membros da Universidade Federal de Uberlândia. A pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema virtual de treinamento composto por um jogo sério customizável com ferramentas de Realidade Virtual em um ambiente realístico. Além disso, visa auxiliar profissionais da fisioterapia no processo de reabilitação de pacientes pós AVC com protocolos mais interativos e personalizáveis.

O jogo consiste em um ambiente 3D realístico onde o paciente deve controlar uma águia de rapina usando o movimento dos próprios braços. Foi desenvolvido usando o motor Unreal Engine 4 e modelado e animado no software de código aberto Blender 3D. O movimento do braço do paciente é rastreado por um dispositivo, no caso desse estudo, pelo Myo, um acelerômetro composto por vários sensores. Importante ressaltar que o jogo aceita outros dispositivos de entrada.

Esse ambiente promove uma melhoria na movimentação dos membros superiores porque exige de forma interativa e mais divertida a rotação interna/externa e a flexão e extensão dos braços no ponto do ombro e cotovelo, respectivamente.

Para dar início é necessário começar pelo tutorial, denominado “Follow the arrows”. O paciente deve seguir a direção de setas que aparecem no ambiente e, para isso, a extensão dos braços é trabalhada em quatro diferentes direções. Em sequência o jogo possui mais 3 níveis. O primeiro é chamado de “Pass through the rings” cujo objetivo é passar por dentro de anéis e isso demanda movimentos suaves e firmes do braço, desenvolvendo sensibilidade e noção de movimento nos membros. O segundo nível é denominado “Catch 5 fish” e visa trabalhar flexões e extensões rápidas do cotovelo ao desafiar o paciente a pegar peixes em um rio. E o terceiro e último nível, também o mais desafiador, chama-se “Hunt 5 meats”. Durante essa etapa o paciente deve realizar movimentos precisos para capturar pedaços de carne pelo ambiente e ao mesmo tempo manter a velocidade enquanto escapa de predadores.

O sistema oferece suporte para coleta de dados e ajuste dos parâmetros do jogo. Isso que permite que o terapeuta elabore desafios mais adequadas para cada condição dos pacientes e tenha métricas quantitativas para avaliar sua evolução.

Com a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia, os pesquisadores deram início a um estudo com um grupo composto por 6 pacientes com idades entre 35 e 73 anos. Todos haviam sofrido AVC e estavam no processo de reabilitação. Duas vezes por semana, durante trinta minutos, os pacientes foram submetidos a uma sessão usando o jogo HarpyGame, sempre acompanhados por um dos desenvolvedores e um terapeuta. Os desafios do jogo aumentaram ou diminuíram gradualmente de acordo com a análise do terapeuta sobre o desempenho do paciente.

Os pesquisadores utilizaram como método de avaliação dois questionários, sendo eles o System Usability Scale (SUS) e um criado por eles próprios com questões relacionadas à aparência do jogo, relevância, imersão, motivação e se o usuário percebeu melhoria nas suas habilidades motoras. Observou-se que o jogo foi bem aceito pelos pacientes, obtendo nota de 85 na escala SUS.

Os pesquisadores concluíram que o jogo HarpyGame promove benefícios na reabilitação dos membros superiores de pacientes pós AVC. Além dos próprios pacientes terem reportado melhoria nos movimentos dos braços durante as sessões do estudo, acredita-se que a interface em forma de jogo motiva e engaja os pacientes e terapeutas a darem continuidade nos tratamentos.

Tabela 3 – Quadro comparativo dos estudos (autoria própria)

Estudo	ANO	PAIS	Número de Voluntarios	Idade Média	Desenvolvimento de um Jogo Serio?	Adaptação de um Jogo Comercial?	Uso de Acessórios acoplados ao corpo para detecção de movimento?	Teste em Ambiente de Realidade Virtual e/ou Aumentada?	Benefícios identificados
1	2014	USA	6	Não informado	✓	✗	✓	✓	Melhora na coordenação motora dos membros superiores e no movimento de pinça lateral
2	2014	COREIA DO SUL	22	49,5	✓	✗	✗	✓	Melhora na coordenação motora dos membros superiores
3	2015	PORTUGAL	29	55	✓	✗	✗	✓	Melhora na memória e atenção.
4	2015	ARABIA SAUDITA	11	64	✓	✗	✓	✓	Melhora na coordenação motora dos membros superiores
5	2016	COREIA DO SUL	24	66,5	✓	✗	✓	✓	Melhora na qualidade de vida, diminuição de sentimentos depressivos e melhorias na coordenação motora dos membros superiores
6	2017	TAIWAN	47	57,5	✗	✓	✗	✓	Melhora do equilíbrio e propriocepção
7	2017	BRASIL	4	Não informado	✓	✗	✗	✓	Diminuição do tempo para realizar as atividades do jogo
8	2017	BRASIL	3	55,3	✗	✓	✗	✓	Diminuição do limiar motor em ambos os hemisférios cerebrais, melhorando o desempenho das funções motoras dos membros superiores
9	2019	CHINA	9	47	✓	✗	✓	✓	Diminuição do tempo para realizar as atividades do jogo
10	2020	BRASIL	6	54	✓	✗	✓	✓	Melhora na coordenação motora dos membros superiores

Discussão sobre os estudos

Como visto anteriormente, o AVC é a segunda principal causa de morte no mundo, além de estar entre as principais causas de sequelas e incapacidades. Dentre as pessoas acometidas, aproximadamente 70% tem prejuízo funcional e 30% tem dificuldade de locomoção (AGÊNCIA BRASIL, 2021). Diante disso, é necessário que o paciente se submeta a sessões de fisioterapia e reabilitação, onde irá buscar recuperar parte dos movimentos perdidos com o dano neurológico. Essas sessões costumam durar longos períodos e podem ser tediosas e desmotivadoras para grande parte dos pacientes, tendo em vista seu caráter repetitivo. Nesse sentido, os jogos sérios e a realidade virtual e/ou aumentada têm se destacado como uma alternativa para uma abordagem mais lúdica e engajadora.

Nesta pesquisa, buscamos por artigos que conciliavam o uso de realidade virtual e/ou aumentada com jogos para treinamento de reabilitação de pacientes que sofreram AVC. Entre os dez selecionados, podemos observar que todos fazem testes no ambiente virtual e/ou aumentado e possuem voluntários, o que contribui para a confiabilidade dos resultados de verificar se o treinamento é benéfico ou não. Além disso, foi analisado se o jogo utilizado nos testes experimentais foi desenvolvido especificamente para os treinamentos de reabilitação, ou se foram utilizados jogos comerciais já disponíveis no mercado, adaptando-os. Outro item analisado foi o uso de acessórios no corpo para detecção de movimentos. O intuito é comparar o nível de conforto dos pacientes em sistemas que leem o movimento sem a necessidade de sensores no corpo com sistemas que exigem o acoplamento de sensores.

Com exceção dos estudos 6 e 8, todos os outros desenvolveram seus próprios jogos com realidade aumentada e/ou virtual, os chamados Jogos Sérios. Os benefícios desse desenvolvimento direcionado para o tratamento de reabilitação de pacientes que sofreram com AVC é observado nos estudos. Por exemplo, no estudo 1 o paciente devia realizar atividades comuns do cotidiano, como selecionar e comprar itens ou encontrar o caminho do mercado, trabalhando memória, atenção e orientação espacial. Nos estudos 1,2,3,4,5 e 10 o grau de dificuldade e quantidade das tarefas propostas pode ser ajustada pelo fisioterapeuta ou profissional de saúde, o que possibilita personalizar os desafios dos jogos de acordo com as condições particulares de cada paciente. Com o ajuste do nível de dificuldade os pacientes se sentem mais

motivados ao serem desafiados, melhorando o engajamento ao programa de treinamento. Diante disso, observou que o desenvolvimento de jogos sérios por uma equipe multidisciplinar composta por desenvolvedores, pacientes e profissionais de saúde permite a criação de sistemas mais adequados e performáticos. Por outro lado, os estudos 6 e 8 fizeram o uso de jogos comerciais, ou seja, desenvolvidos para o lazer e os adaptaram. O estudo 6 selecionou 9 jogos da plataforma Kinect for Xbox e, em conjunto com fisioterapeutas, fizeram uma avaliação biomecânica de quais movimentos são exigidos por cada um. Dessa forma, classificaram jogos mais complexos para pacientes mais avançados ou com condições de sequelas motoras menos severas. O ponto positivo dessa estratégia é que o paciente tem um maior leque de jogos disponíveis, o que pode despontar sua curiosidade e interesse, além de um alto nível de entretenimento, visto que os esses jogos foram criados para lazer e possuem animações e efeitos audiovisuais avançados. O ponto negativo é justamente que ele não pode ser customizado e as métricas de cada paciente deve ser registrada de forma manual, dificultando o trabalho dos terapeutas na hora de avaliar a evolução de cada paciente.

Os estudos 1,4,5,9 e 10 exigiam o uso de sensores de movimento acoplados ao corpo dos pacientes para que esses controlassem a realidade virtual e/ou aumentada dos jogos. Esse é um ponto importante de analisar quando estamos falando de pacientes com dificuldades motoras. O estudo 10 faz o uso do sensor de movimento MIO e não reportou nenhum problema de fadiga muscular relaciona ao peso do equipamento. Entretanto, o estudo 4 define um objeto tangível como parte da experiencia de realidade aumentada. O lado positivo é que esse objeto, diferente dos estudos que não possuem sensores acoplados, promove o feedback vibro tátil, deixando a experiencia ainda mais realística. O lado negativo é que este objeto possui um peso considerável e, como reportado pelos pesquisadores, acelerou o processo de fadiga muscular, além de que alguns pacientes não possuíam força suficiente para carregá-lo. Como trabalhos futuros, os pesquisadores desse estudo ressaltaram a importância de o objeto tangível ser mais adaptável a condição do paciente, ou seja, quanto mais leve mais adaptável ele será para pacientes com condições mais severas do AVC. Os estudos 5 e 9 buscaram portabilidade e praticidade ao aproveitarem os sensores de movimentos (acelerômetros) já existentes nos smartphones. O lado positivo é que o uso dos smartphones pode permitir que o paciente treine as funções

motoras dos membros superiores de qualquer lugar, sem a necessidade de ir a uma clínica. O lado negativo é que o peso dos equipamentos pode restringir essa estratégia a pacientes com dificuldades motoras menos severas, excluindo os pacientes que não possuem força para agarrar e sustentar os celulares. Como visto nesses dois estudos, fez-se necessário que o smartphone fosse grudado a uma luva com cola quente ou amarrado com uma fita. O estudo 3 não informou qual sensor foi utilizado durante a intervenção e os demais estudos, 2,6,7 e 8, usaram, respectivamente, os sensores “Kinect for Xbox”, “Kinect ONE”, “Leap Motion Controller” e o sensor de profundidade “OpneNI”. Todos esses capturam o movimento sem a necessidade de algum equipamento junto ao corpo do usuário. O estudo 2 preferiu o sensor OpneNE, um sensor universal que converte a geometria do local em dados de profundidade. No estudo 6 foi utilizado o Kinect for Xbox e os jogos eram comerciais e também pertenciam a essa plataforma, o que pode justificar o bom funcionamento do sensor. O estudo 7 levantou a hipótese de que o Kinect ONE possui baixa performance para essa abordagem, entretanto também reportou que o experimento possuiu sessões curtas, com poucos ciclos para serem jogados, e, assim, uma sessão por paciente, com poucos pacientes, não é suficiente para validação da hipótese. E por último, o estudo 8 fez o uso do LMC, um sensor de baixo custo, portátil e que pode ser conectado a qualquer computador. Esses estudos com sensores independentes, isto é, que não dependem de outro dispositivo junto ao corpo do usuário, não promove fadiga muscular por peso e possibilita mais conforto e liberdade ao usuário.

O ponto em comum de todos estes artigos é que o uso de jogos com realidade virtual e/ou aumentada no processo de reabilitação de pacientes acometidos com AVC promoveu benefícios em todos os testes experimentais. Os testes aplicados para avaliar se a tecnologia melhorou as condições dos pacientes foram diversos e estão explicados em cada estudo. Dentre os resultados, podemos citar melhorias na memória, atenção, coordenação motora, equilíbrio, diminuição do limiar motor em ambos os hemisférios cerebrais, força, resistência, melhor qualidade de vida e diminuição do nível de estresse. A abordagem por meio de jogos, como apresentado, faz com que os pacientes se sintam mais interessados, desafiados e motivados, gerando uma maior aderência aos treinamentos de reabilitação. A distração que os jogos promovem transforma o que era uma atividade tediosa e repetitiva em algo prazeroso. Além disso, o adicional de uma realidade virtual e/ou aumentada permite

feedbacks audiovisual, espacial e vibro tátil, aumentando a imersão nos jogos e similaridade com o mundo real.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo consistiu de uma revisão de artigos científicos com o objetivo de avaliar se o uso de jogos com realidade virtual e/ou aumentada promove benefícios no processo de reabilitação de pacientes que sofreram AVC. A metodologia PRISMA foi utilizada para busca e seleção de artigos nas bases de dados. Foram selecionados artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa de 2014 até 2020.

A cronologia e o conteúdo dos estudos apontam para crescimento da utilização de experiências imersivas e jogáveis por meio de VR/VA em tratamentos terapêuticos. Com o passar dos anos, pesquisadores têm investido em diferentes e mais precisas formas de sensores de movimento e interfaces gráficas para transformar a realidade tediosa e repetitiva de um tratamento de reabilitação em um horário prazeroso e desafiador.

Todos os estudos selecionados corroboram com as expectativas, ou seja, o uso de jogos sérios em ambientes de RV/RA indicam benefícios na reabilitação dos pacientes, sendo eles: melhorias na memória, atenção, coordenação motora, equilíbrio, diminuição do limiar motor em ambos os hemisférios cerebrais, força, resistência, melhor qualidade de vida e diminuição do nível de estresse.

Conclui-se que o cenário ideal para o processo de reabilitação de pacientes acometidos com AVC é por meio de jogos sérios customizáveis desenvolvidos por equipes multidisciplinares com sensores de captação de movimento leves ou não acoplados ao corpo do usuário, de maneira que possibilitem liberdade e conforto, além da maior quantidade possível de feedbacks, como visuais, sonoros e vibro táteis, aumentando-se a sensação de imersão e, conseqüentemente, o engajamento ao processo de reabilitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Brasil. Lembrado hoje, Dia Mundial do AVC serve de alerta à população. 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-10/lebrado-hoje-dia-mundial-do-avc-serve-de-alerta-populacao>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

Alvarez, J. e Djaouti D. An introduction to Serious game Definitions and concepts. Serious Games & Simulation for Risks Management, p.11, 2011.

BILLARD, Aude. Play, dreams and imitation in Robota. In: Socially intelligent agents. Springer, Boston, MA, 2002. p. 165-172.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com acidente vascular cerebral. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. – Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

Burke, J.W., McNeill, M.D.J., Charles, D.K. et al. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. The Visual Computer. 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00371-009-0387-4#Bib1>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

CANCELA, Diana Manuela Gomes. O acidente vascular cerebral: classificação, principais consequências e reabilitação. Porto: ULP, p. 494-498, 2008.

CARDOSO, Alexandre et al. Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. Editora Universitária UFPE, p. 1-19, 2007.

CHOI, Yoon-Hee et al. Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke. Restorative neurology and neuroscience, v. 34, n. 3, p. 455-463, 2016.

DELIBERATO, DEBORA; ADURENS, Fernanda Delai Lucas. Tecnologia assistiva: comunicação alternativa no conto e reconto de história na escola. TECNOLOGIA ASSISTIVA: COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA NO CONTO E RECONTO DE HISTÓRIA NA ESCOLA, p. 1-388–416, 2019.

DELLA CROCHE, Leandro et al. REALIDADE VIRTUAL–A VIABILIDADE DA IMERSÃO TOTAL NA ATUALIDADE. Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, 2016.

DUNCAN, Pamela W. et al. Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline. stroke, v. 36, n. 9, p. e100-e143, 2005.

FARIA, Ana da Conceição. A pessoa após AVC: transição da autonomia para a dependência. 2014. Tese de Doutorado. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/9514>>

FUNABASHI, Amanda MM et al. AGaR: a VR serious game to support the recovery of post-stroke patients. In: 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). IEEE, 2017. p. 279-288.

GAMITO, Pedro et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. Disability and rehabilitation, v. 39, n. 4, p. 385-388, 2017.

GONÇALVES, Laura Faustino; DE PAIVA, Karina Mary; HAAS, Patrícia. Monitoramento a usuários pós-AVC na Atenção Primária: uma revisão sistemática. Revista Neurociências, v. 29, p. 1-13, 2021.

GOTTMAN, John M. The world of coordinated play: Same-and cross-sex friendship in young children. 1986.

GUIMARÃES, Eric Moura; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. Prospecção em jogos sérios para reabilitação de pacientes pós-AVC. REVISTA GEINTEC-GESTAO INOVACAO E TECNOLOGIAS, v. 3, n. 2, p. 147-156, 2013.

HOSSAIN, M. Shamim et al. AR-based serious game framework for post-stroke rehabilitation. Multimedia Systems, v. 22, n. 6, p. 659-674, 2016.

KANDEL, Eric R. et al. (Ed.). Principles of neural science. New York: McGraw-hill, 2000.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007.

LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke care 2. Stroke rehabilitation. Lancet, v. 377, n. 9778, p. 1693-1702, 2011.

Lloréns, Roberto et al. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. Clinical rehabilitation vol. 29. 2015.

Marques, Isabela Alves. Jogo sério e realidade virtual na reabilitação do AVC crônico: protocolo individualizado. 2019. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2458>.

NETTO, Antonio Valério; MACHADO, L. dos S.; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. Realidade virtual-definições, dispositivos e aplicações. Revista Eletrônica de Iniciação Científica-REIC. Ano II, v. 2, p. 34, 2002.

NOVELETTO, Fabrício et al. Jogos Sérios na Reabilitação de Pacientes Pós-Acidente Vascular Cerebral: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. SBC – Proceedings of SBGames. 2017. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/ArtesDesignShort/175263.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J. Fisioterapia: avaliação e tratamento. In: Fisioterapia: avaliação e tratamento. 2004. p. xi, 1152-xi, 1152.

Pfizer. POR QUE O NÚMERO DE CASOS DE AVC EM JOVENS TEM AUMENTADO? SAIBA COMO SE PREVENIR. 2021. Disponível em: <<https://www.pfizer.com.br/noticias/ultimas-noticias/por-que-o-numero-de-casos-de-avc-em-jovens-tem-aumentado-saiba-como-se-prevenir>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

PIASSAROLI, Cláudia Araújo et al. Modelos de reabilitação fisioterápica em pacientes adultos com sequelas de AVC isquêmico. *Revista Neurociências*, v. 20, n. 1, p. 128-137, 2012.

REIS, Catiele; FARO, André. Repercussões psicológicas após um acidente vascular cerebral (avc): uma revisão de literatura. *Psicologia, Saúde & Doenças*, v. 20, n. 1, p. 16-32, 2019.

ROCHA, Rui Miguel Barros. Jogos sérios para reabilitação cognitiva. 2015. Tese de Doutorado. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/39589>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SHIN, Joon-Ho; RYU, Hokyoung; JANG, Seong Ho. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2014.

Siniscalchi A. et al. Post-stroke Movement Disorders: Clinical Manifestations and Pharmacological Management. *Curr Neuropharmacol*. 2012.

Slijper A, Svensson KE, Backlund P, Engström H, Sunnerhagen KS. Computer game-based upper extremity training in the home environment in stroke persons: a single subject design. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 11(1):35. 2014.

Sou Enfermagem. Acidente Vascular Encefálico - AVE hemorrágico e isquêmico. 2015. Disponível em: <<https://www.souenfermagem.com.br/estudos/emergencia/acidente-vascular-cerebral-avc/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

TEIXEIRA, I. O envelhecimento cortical e a reorganização neural após o acidente vascular encefálico (AVE): implicações para a reabilitação. *Ciênc saúde coletiva*, 2008.

TERRONI, Luisa de Marillac Niro et al. Depressão pós-AVC: aspectos psicológicos, neuropsicológicos, eixo HHA, correlato neuroanatômico e tratamento. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, v. 36, p. 100-108, 2009.

VENDRAMINI, Marcos; FERNANDES, Anderson; PASCHOAL, Alexandre. Serious Games na saúde: aplicação de dispositivos non-touch em Atividades de fisioterapia. In: *Anais do XV Workshop de Informática Médica*. SBC, 2015. p. 193-196.

WISSEL, Jörg; MANACK, Aubrey; BRAININ, Michael. Toward an epidemiology of poststroke spasticity. *Neurology*, v. 80, n. 3 Supplement 2, p. S13-S19, 2013.

ZYDA, Michael. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, v. 38, n. 9, p. 25-32, 2005.

FUNABASHI, Amanda MM et al. AGaR: a VR serious game to support the recovery of post-stroke patients. In: 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). IEEE, 2017. p. 279-288.

TSOUPIKOVA, Daria et al. Virtual immersion for post-stroke hand rehabilitation therapy. *Annals of biomedical engineering*, v. 43, n. 2, p. 467-477, 2015.

LEE, Hsin-Chieh et al. The effect of a virtual reality game intervention on balance for patients with stroke: a randomized controlled trial. *Games for health journal*, v. 6, n. 5, p. 303-311, 2017.

SOARES, Nayron Medeiros et al. Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral. *Scientia Medica*, v. 27, n. 2, p. ID25935-ID25935, 2017.

SONG, Xinyu et al. Cellphone augmented reality game-based rehabilitation for improving motor function and mental state after stroke. In: 2019 IEEE 16th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN). IEEE, 2019. p. 1-4.

CYRINO, Gabriel et al. HarpyGame: A Customizable Serious Game for Upper Limb Rehabilitation after Stroke. In: *Anais Estendidos do XXII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada*. SBC, 2020. p. 67-68.