

**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA VIDA
FACULDADE DE FISIOTERAPIA**

**JÉSSICA DE SIQUEIRA HALIM
KEMLE CAROLINE MERHY**

**OS BENEFÍCIOS DA REALIDADE AUMENTADA NO
AUXÍLIO À REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM A
DOENÇA DE PARKINSON: REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

**Campinas
2020**

**JÉSSICA DE SIQUEIRA HALIM
KEMLE CAROLINE MERHY**

**OS BENEFÍCIOS DA REALIDADE AUMENTADA NO
AUXÍLIO À REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM A
DOENÇA DE PARKINSON: REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, no primeiro semestre de 2020, para obtenção do grau de Fisioterapeuta.

Orientadora Temática: Prof^a. Dr^a Aline Maria Heidemann. Orientador Metodológico: Prof. Dr. Jairo Ferrandin.

**Campinas
2020**

**JÉSSICA DE SIQUEIRA HALIM
KEMLE CAROLINE MERHY**

**OS BENEFÍCIOS DA REALIDADE AUMENTADA NO
AUXÍLIO À REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM A
DOENÇA DE PARKINSON: REVISÃO SISTEMÁTICA DA
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, no primeiro semestre de 2020, para obtenção do grau de Fisioterapeuta.

Campinas, 25 de junho de 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Aline Maria Heidemann

Prof. Dr. Jairo Ferrandin

Prof.^a Ms. Maria Auxiliadora de Oliveira Rodrigues

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a Deus, por ser o criador de todas as coisas.

À nossa família, pelo apoio e amor incondicional.

E àqueles que são o motivo de todo o nosso esforço e dedicação, aos nossos pacientes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar junto a mim, do princípio ao fim desse ciclo, permitindo-me viver uma das mais intensas experiências da minha vida. Ele esteve comigo nos melhores e nos piores momentos, me transformando no ser humano que sou hoje, mais sensível e observadora, preparada para tocar outras almas humanas. Obrigada Senhor, por guiar, além dos meus pés nessa jornada, cada pensamento e palavra escrita neste trabalho. Que seja o início de uma linda jornada, no qual o Senhor está me conduzindo. Agradeço a Nossa Senhora, mãe de Jesus e minha mãe, por me proteger e me guardar como sua filha. Agradeço também ao meu anjo da guarda por me proteger e guiar ao caminho de Deus.

Em seguida, agradeço a minha avó Kemle Haddad Merhy, por toda a força e o incentivo ao longo de todos esses anos de estudo. Agradeço, por todas as horas de intensa dedicação e cuidados comigo, principalmente por cada detalhe, seja pelo acordar diariamente às 05h30 da manhã, para colocar um café quentinho na mesa, ou me ajudar nos afazeres domésticos. Além de seu amor e carinho, sempre cuidou e zelou por mim, fazendo de tudo para que eu focasse exclusivamente nos estudos e me tornasse a pessoa que sou hoje. Ademais, agradeço por cada palavra de encorajamento, amor, sabedoria e altruísmo, afim de me tornar uma profissional boa e correta.

Agradeço ao meu pai, José Charbel Merhy, por todo o amor e a dedicação durante todos esses anos. Agradeço por se esforçar tanto para poder dar o melhor a toda a família. Agradeço por todo o esforço ao investir em minha educação. Desde quando eu era pequena, estive sempre preocupado em me colocar nas melhores escolas e cursos, abrindo mão, muitas vezes, de coisas pessoais para eu ter a melhor educação possível. E se um dia eu puder retribuir de alguma forma, farei em dobro, triplo, porque para mim não há herança mais valiosa do que a educação. Todo o investimento de uma vida pode ser visto neste trabalho, o qual carrega intrinsecamente toda a minha vida de estudos e conhecimentos adquiridos ao longo de todos esses anos. Agradeço por ser minha base, por ser pai e mãe, por passar pelos melhores e piores momentos junto a mim. Além disso, agradeço pelo amor incondicional. Sem o senhor, esse trabalho jamais seria possível.

Agradeço a minha mãe Adriana Aparecida Silvério, pelo amor e pelo carinho de sempre. Agradeço por cada palavra de incentivo e encorajamento, principalmente

nos momentos difíceis. Sempre me mostrou a importância do caminho ao qual eu estava traçando e me encorajava a seguir a diante e nunca desistir.

Agradeço a toda minha família por ser alicerce e rocha em minha vida.

Agradeço ao meu namorado Thiago Luiz Martiniano de Oliveira, por todo o amor, carinho e companheirismo nesses 1 ano e 6 meses de namoro. Agradeço pela compreensão das horas intermináveis de estudos às quais me submetia, sem sair de casa. Agradeço por entender do valor que é para mim, a educação, e da imensa dedicação ao qual me submeto em cada projeto que desenvolvo em minha vida. Ademais, obrigada pela paciência, pela nossa amizade e amor.

Agradeço as minhas amigas, presentes da própria vida, que acompanharam de longe a minha trajetória na faculdade. Agradeço por proporcionarem momentos de alegria e serem meu ombro amigo nas horas necessárias.

Agradeço a minha colega de sala Jéssica Halim, primeiro por aceitar realizar um tema que ao menos sabíamos se daria certo. Obrigada pelas horas de dedicação, pela sua paciência e delicadeza em todos os momentos deste trabalho.

Agradeço a todos os professores do curso de Fisioterapia da PUC- Campinas que passaram por minha vida. Sou eternamente grata a todos eles pelos conhecimentos, ensinamentos e orientações transmitidos ao longo desses 5 anos, me transformando assim, em uma outra pessoa, mais humana e preparada para seguir o meu propósito de reabilitar vidas. Aqui, realizo um agradecimento especial à Profa. Ms. Maria Auxiliadora que despertou em mim um amor pela neurologia que jamais imaginaria ter.

Agradeço aos meus orientadores Profa. Dra. Aline Maria Heidemann e Prof. Dr. Jairo Ferrandin pela dedicação, paciência e colaboração nesse trabalho. A minha gratidão por todo o apoio e orientação durante esses últimos meses e principalmente, obrigada por fazer de um trabalho, que para muitos é um tormento, algo prazeroso de ser realizado.

Muito obrigada!

Kemle Caroline Merhy

AGRADECIMENTOS

Meu eterno e maior agradecimento é à minha família, por sempre acreditar em mim, e por mostrar que sou capaz de tudo, por maiores que sejam as dificuldades. Agradeço a eles, por sempre estarem ao meu lado, me confortando e demonstrando que nunca estarei só. Me tornei quem sou por sempre estarem ao meu lado. Sou muito grata a essa família maravilhosa que tenho, são os meus pilares e o meu porto seguro. Agradeço especialmente, aos meus pais, Armand e Teresa, que juntos, enfrentaram tantas dificuldades para que eu pudesse ser quem sou hoje, além de sempre terem me dado amor, carinho, incentivo e apoio incondicional. Também os agradeço por sempre batalharem para me oferecer uma educação de qualidade e para me ensinar os valores da vida. Agradeço-os pela atenção em toda a minha vida, pelas palavras sábias do dia a dia, pelos incentivos, por sempre acreditarem em mim e aceitarem as minhas escolhas. Por fim, agradeço por serem as minhas inspirações de vida, principalmente a minha mãe.

Não posso deixar de fora a minha imensa gratidão às minhas tias, Jenny e Zussy, por também contribuírem no investimento de minha educação, pelo apoio e confiança, pelas palavras sábias e também pelo grande amor e carinho que sempre me deram! Agradeço ainda, aos meus avós maternos, Alziro e Sebastiana, e paternos, Adriana e Reginald, pela existência de meus pais. Pois, sem eles, este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

A toda a minha família, principalmente aos meus pais, eu devo a vida e todas as oportunidades que nela tive, pois eles nunca mediram esforços para que eu chegasse até aqui. Além disso, eu não tenho palavras para descrever a importância de todos em minha vida. Eu nunca teria conseguido sem o apoio deles. Agradeço por tudo, de coração! Espero um dia retribuí-los.

Ao longo de todo o meu percurso, eu tive o privilégio de trabalhar com os melhores professores, educadores e orientadores. Sem eles, não seria possível estar aqui hoje, com o coração repleto de orgulho. Sendo assim, agradeço a todos os professores pela excelência e qualidade de cada um, pelo compartilhamento de todos os seus vastos conhecimentos, os quais guiaram o meu aprendizado e me proporcionaram o conhecimento. Este, não apenas racional, mas também a manifestação de caráter e afetividade. Sou grata aos meus orientadores, Aline e Jairo, pelas correções e ensinamentos que permitiram apresentar um melhor desempenho

no processo de formação, pelos conselhos, ajudas, paciência, apoio e dedicação neste trabalho. Não poderia então, deixar de agradecer esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração, por tudo o que aprendi ao longo dos anos no curso e que foram essenciais ao meu processo de formação profissional.

Agradeço à Kemle, minha amiga e dupla neste trabalho, por sua paciência, ajuda e companheirismo ao longo de todo o curso. Agradeço pelos ensinamentos, apoio e compreensão no decorrer dos anos juntas, e também por realizar este último trabalho comigo, sempre muito dedicada e inspirada.

Agradeço aos meus amigos, por sempre torcerem por mim e à todos aqueles que contribuíram de alguma forma, tanto diretamente como indiretamente, para a realização deste trabalho, enriquecendo assim, o meu processo de aprendizagem. E todos os amigos que fiz e convivi ao longo desses anos de curso, que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a Deus pela minha vida, por permitir que eu tivesse saúde, força e determinação para não desistir dos meus sonhos e alcançar meus objetivos, ultrapassando quaisquer obstáculos ao longo do caminho. E por ter me dado uma família, e amigos tão especiais como os meus.

Foi graças a todo o incentivo que recebi durante todos esses anos, que hoje posso comemorar mais este feito em minha vida. Portanto, sou grata a TODAS as pessoas em minha volta! Sendo assim, quero deixar um imenso agradecimento a todos, pois sem eles nada disso seria possível.

Jéssica de Siqueira Halim

Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas uma outra alma humana.

Carl Gustav Jung

RESUMO

A doença de Parkinson (DP), é uma grave doença neurodegenerativa, causada pela morte progressiva das células nervosas produtoras de dopamina, desencadeando assim, alterações motoras importantes. Uma vez que a reabilitação desses indivíduos é prolongada, cabe ao fisioterapeuta propor condutas que, além de promover benefícios funcionais, também deve motivar e instigar os pacientes. Nesse sentido, a realidade aumentada (RA), é uma nova tecnologia que vem sendo utilizada na fisioterapia para auxiliar no tratamento. Sendo assim, o presente trabalho objetivou analisar os benefícios da RA, no auxílio ao tratamento fisioterapêutico de indivíduos com a DP. Para isso, foi realizada uma busca bibliográfica em bases de dados online, obtendo assim, dois estudos, os quais foram contemplados a este trabalho. O primeiro utilizou como dispositivo de RA o *Google Glass*, identificando que, além da melhora funcional, o estudo com a nova tecnologia foi viável de ser realizado, a conduta foi aceita pelos participantes e é um procedimento seguro. Por sua vez, o segundo, que utilizou um dispositivo de RA com estímulos audiovisuais, encontrou melhora em parâmetros motores, diminuição na frequência de *freezing* e maiores benefícios em pacientes com a doença em estágios mais avançados. Além disso, a RA parece ser uma tecnologia viável de ser implementada tanto no tratamento em clínicas, com a supervisão de fisioterapeutas, quanto no ambiente domiciliar, com orientações prévias e acompanhamento. Ela parece gerar efeitos funcionais e cognitivos imediatos aos seus usuários e pode ser utilizada a partir de diferentes tipos de dispositivos e *softwares*. Ademais, essa tecnologia também vem sendo estudada na reabilitação de indivíduos com outras patologias, como em pós Acidente Vascular Encefálico e também em idosos saudáveis. Áreas da Tecnologia da Informação vem ampliando os estudos sobre o desenvolvimento de plataformas e protótipos de RA para a reabilitação, com propostas para validações futuras. Por fim, a utilização da RA na reabilitação de indivíduos com a DP proporciona benefícios funcionais e cognitivos aos pacientes, é motivador e desejável aos usuários, porém são necessários mais estudos clínicos que comprovem esses achados.

Palavras-chave: Doença de Parkinson. Realidade Aumentada. Reabilitação. Benefícios. Tecnologia.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a serious neurodegenerative disease, caused by the progressive death of dopamine-producing nerve cells, thus triggering important changes. Since the rehabilitation of these individuals is prolonged, it is up to the physiotherapist proportionally in addition to promoting functional benefits, it must also motivate and instigate patients. In this sense, augmented reality (AR) is a new technology that has been used in physiotherapy for auxiliary treatment. Thus, the present study aims to analyze the benefits of AR, without assistance in the physiotherapeutic treatment of individuals with PD. For this, a bibliographic search was performed in online databases, thus obtaining two studies, which were included in this work. The first used as an AR device or Google Glass, identifying that, in addition to the functional improvement, or the study with a new technology that was feasible to be performed, the conduct was accepted by the participants and is a safe procedure. In turn, or second, which uses an AR device with audiovisual stimuli, obtains improvements in the engines, decreases the frequency of freezing and increases the benefits in patients with disease in more advanced patients. In addition, an AR appears to be a viable technology to be implemented both in clinical treatment, under the supervision of physiotherapists, and in the family environment, with prior guidance and monitoring. It seems to generate immediate functional and cognitive effects for its users and can be used from different types of devices and software. In addition, this technology has also been studied in the rehabilitation of individuals with other pathologies, such as post-stroke and also in healthy elderly people. Information technology areas showing studies on the development of AR platforms and prototypes for rehabilitation, with proposals for future validations. Finally, the use of AR in the rehabilitation of individuals with PD provides functional and cognitive benefits for patients, motivating and desirable for users, but further clinical studies are needed to compose these findings.

Keywords: Parkinson's disease. Augmented Reality. Rehabilitation. Benefits. Technology

RESUMEN

La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa grave, causada por la muerte progresiva de las células nerviosas productoras de dopamina, lo que desencadena importantes cambios motores. Dado que la rehabilitación de estos individuos es prolongada, corresponde al fisioterapeuta proponer conductas que, además de promover beneficios funcionales, también deberían motivar e instigar a los pacientes. En este sentido, la realidad aumentada (AR) es una nueva tecnología que se ha utilizado en fisioterapia para ayudar en el tratamiento. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los beneficios de la AR, para ayudar al tratamiento fisioterapéutico de las personas con EP. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos en línea, obteniendo así dos estudios, que se incluyeron en este trabajo. El primero utilizó *Google Glass* como dispositivo AR, identificando que, además de la mejora funcional, el estudio con la nueva tecnología era factible, los participantes aceptaron la conducta y es un procedimiento seguro. A su vez, el segundo, que usó un dispositivo AR con estímulos audiovisuales, encontró una mejora en los parámetros motores, una disminución en la frecuencia de congelamiento y mayores beneficios en pacientes con la enfermedad en etapas más avanzadas. Además, la AR parece ser una tecnología viable para implementarse tanto en el tratamiento en clínicas, bajo la supervisión de fisioterapeutas como en el entorno del hogar, con orientación y monitoreo previos. Parece generar efectos funcionales y cognitivos inmediatos para sus usuarios y puede usarse desde diferentes tipos de dispositivos y *software*. Además, esta tecnología también se ha estudiado en la rehabilitación de personas con otras patologías, como el accidente cerebrovascular posterior, y también en personas mayores sanas. Áreas de tecnología de la información que buscan ampliar los estudios sobre el desarrollo de plataformas AR y prototipos para rehabilitación, con propuestas para futuras validaciones. Finalmente, el uso de AR en la rehabilitación de individuos con EP proporciona beneficios funcionales y cognitivos a los pacientes, es motivador y deseable para los usuarios, pero se necesitan más estudios clínicos para probar estos hallazgos.

Palabras clave: Enfermedad de Parkinson. Realidad Aumentada. Rehabilitación. Beneficios. Tecnología.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Fluxograma relativo à identificação dos artigos para a revisão sistemática.....	22
Figura 2.	Utilização do <i>Google Glass</i>	23
Figura 3.	Óculos de Realidade Aumentada.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Artigos selecionados.....	28
------------------	---------------------------	----

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AVE	=	Acidente Vascular Encefálico
DP	=	Doença de Parkinson
Mini-BESTest	=	<i>Mini Balance Evaluation Systems Test</i>
MTG	=	<i>Moving Through Glass</i>
RA	=	Realidade Aumentada
TUG	=	<i>Timed Up and Go</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
OBJETIVO.....	20
METODOLOGIA.....	21
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional, associado à predisposição genética e fatores ambientais deletérios, têm levado ao aumento na prevalência de doenças crônicas e degenerativas, entre elas diversas doenças neurológicas, como a Doença de Parkinson (DP) idiopática (SCHAPIRA, 2010; HOMAYOUN, 2018 apud ARAÚJO, 2019. p. 20). Esta, conforme a Academia Brasileira de Neurologia, constitui a intensa diminuição na produção do neurotransmissor dopamina, na região cerebral denominada substância negra, local de extrema importância ao controle motor.

Nesse sentido, o processo de envelhecimento proporciona, a todos os indivíduos saudáveis, morte progressiva das células nervosas que produzem a dopamina. Entretanto, algumas pessoas apresentam uma aceleração desse processo e conseqüentemente diminuição demasiada nos níveis desse neurotransmissor, proporcionando a manifestação dos sintomas da doença. Não há um conhecimento sólido sobre os motivos que a desencadeiam, porém sabe-se que mais de um fator deve estar envolvido e alguns deles podem ser genéticos e ambientais (ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA, 2020).

“A DP é a segunda doença neurodegenerativa mais comum em todo o mundo, com incidência e prevalência em ascensão, juntamente com alterações demográficas da população (PRINGSHEIM, 2014 apud SVEINBJORNSDOTTIR, 2016, p. 318, tradução nossa). “No Brasil, o número de portadores deve beirar trezentos mil indivíduos” (GONÇALVES, 2007, p. 63). “A sua prevalência, em países industrializados, é geralmente estimada em 0,3% de toda a população e cerca de 1% em pessoas com mais de 60 anos de idade” (DE LAU, 2006 apud SVEINBJORNSDOTTIR, 2016, p. 318, tradução nossa). Essa prevalência aumenta com o avanço da idade em ambos os sexos e sem diminuição nas idades mais avançadas (DE RIJK, 1997 apud SVEINBJORNSDOTTIR, 2016, p. 318, tradução nossa).

Segundo a Academia Brasileira de Neurologia, o quadro clínico da DP é composto por quatro sinais principais, os tremores de repouso, a bradicinesia (constituída pela lentificação e diminuição dos movimentos voluntários), a rigidez (compõe o enrijecimento muscular) e a instabilidade postural. Ainda não existem medicamentos capazes de prevenir ou interromper o curso da doença, entretanto, os medicamentos existentes visam o controle dos sintomas, objetivando manter o

portador com autonomia, independência funcional e equilíbrio psicológico, obtidos pela reposição de dopamina estriatal (GONCALVES, 2007). Esse medicamento, dependendo da concentração sérica, proporciona ao paciente um período denominado “*on*”, momento em que há efeito máximo da droga, e um período “*off*”, constituído pelo seu mínimo efeito (VARA, MEDEIROS, STRIEBEL, 2012).

A terapia medicamentosa mais recomendada no controle dos sintomas é a administração de *Levodopa*. No entanto, na medida em que há a progressão da doença, torna-se necessário aumentar a dosagem e diminuir o seu intervalo. Embora esse medicamento seja considerado um recurso de primeira linha no tratamento da DP, a longo prazo, ocorrem limitações ao seu emprego, decorrentes de perda da eficácia, flutuações do desempenho motor e alterações mentais (MENESES, 1996; LIMONGI, 2001 apud GONÇALVES, 2007, p. 63).

Nos casos em que o paciente não responde ao tratamento farmacológico, o tratamento neurocirúrgico é implementado, como a talamotomia ou a palidotomia. Outra técnica que pode ser adotada é a estimulação cerebral crônica, aplicada no tálamo, globo pálido ou núcleo subtalâmico. Esta técnica apresenta a vantagem de ser reversível, caso ocorram manifestações adversas (MENESES, 1996; REIS, 2004 apud GONÇALVES, 2007, p. 63).

Todavia, medicamentos e cirurgias não são os únicos recursos que combatem os sintomas, mas também são de fundamental importância os cuidados de enfermagem, de educação física, de fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional e outros profissionais da área da saúde. Toda essa equipe trabalha no desenvolvimento, tanto individual quanto em grupo, do paciente com a DP, para a restituição da sua capacidade funcional, do bem estar e da sua qualidade de vida (REIS, 2004; CALDAS, 2004 apud GONÇALVES, 2007, p. 63).

Para essa finalidade, a fisioterapia atua positivamente e deve ser introduzida ao tratamento desses indivíduos de maneira precoce, sistematizada, bem orientada e supervisionada (ARAÚJO, 2019, p.35). A literatura ainda não estabelece qual é o melhor método fisioterapêutico para ser implementado no tratamento dos sintomas da DP, entretanto, estudos apontam à necessidade de se proporcionar estímulos variados e de se combinar diferentes técnicas e princípios terapêuticos, nos protocolos de tratamento dos pacientes (MAK, 2017; REZVANIAN, 2018 apud ARAÚJO, 2019, p. 35).

A fisioterapia, na DP, tem como objetivo melhorar a postura, transferências, equilíbrio e diminuir os riscos de quedas, além de estratégias cognitivas de movimentação, com o intuito de otimizar a independência, aumentar a segurança, bem estar e qualidade de vida do indivíduo, sempre respeitando o estágio da doença em que ele se encontra, assim como as suas individualidades (TOMLINSON, 2013, MICHIELSEN, 2017 apud ARAÚJO, 2019, p. 36).

Contudo, pelo caráter crônico da doença, a reabilitação acaba muitas vezes se tornando desmotivadora e cansativa aos pacientes. Sendo assim, a implementação de recursos que trazem benefícios funcionais, aliados a motivação e ao aumento do engajamento do paciente, são fundamentais para a otimização do tratamento.

Nesse sentido, as inovações tecnológicas aplicadas a área da saúde vêm aperfeiçoando terapias e garantindo ampla eficácia na reabilitação e no tratamento de pacientes. Uma das tecnologias mais promissoras é a Realidade Aumentada (RA) (LINK, 2018, p. 64). Esta é definida por Nakamoto (2012, p. 608) como “o enriquecimento do mundo real com objetos virtuais, textos, imagens, gráficos, sons, usando algum dispositivo tecnológico e funcionando em tempo real”.

Essa tecnologia tem a vantagem de permitir o uso de ações tangíveis e de operações multimodais (SISCOOTTO, 2008 apud NAKAMOTO, 2012, p. 608). Pode ser usada tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares. Além disso, ela vem sendo adotada em diversas áreas como ensino, reabilitação, psicologia, marketing, indústria, saúde, entre outros (SWAN, 2005 apud NAKAMOTO, 2012, p. 608).

Na área da saúde, a RA também evoluiu, e alguns projetos foram desenvolvidos objetivando auxiliar no tratamento e na reabilitação de pacientes. Para tal, existem alguns experimentos com intervenção positiva comprovada, como é o caso da *Microsoft Kinect*. Este é um recurso implementado na fisioterapia, o qual auxilia na recuperação de pacientes, por meio da utilização de jogos, promovendo motivação aos movimentos por ele proposto (LINK, 2018, p. 64).

A interação que existe entre o usuário e a RA pode acontecer por intermédio de marcadores impressos que, na presença de uma *webcam*, reproduzem os elementos gráficos na tela do usuário. Além disso, essa interação pode acontecer por meio de dispositivos mais sofisticados como capacetes, e óculos, ou ainda diretamente com a utilização de *softwares* específicos, os quais identificam os

usuários, promovendo a interação (CARVALHO, MANZINI, 2017 apud ARAÚJO, 2019, p. 39).

De acordo com a interação usuário-aplicação, a RA pode ser classificada da seguinte forma (NAKAMOTO *et al.*, 2012 apud ARAÚJO, 2019, p. 39):

1. Sistema de Visão Ótica Direta (*Optical See-Through Head Mounted Displays – HDM*), a qual capta as imagens do ambiente físico do usuário, por meio da utilização de óculos ou capacetes com lentes, que proporcionam a visão dos elementos gráficos. Esta técnica tem como vantagem uma interação segura, sem a necessidade de interposição de outros dispositivos tecnológicos, além de maior liberdade e sensação de realismo.
2. Sistema de Visão por Vídeo Baseado em Monitor (*Monitor-Based Augmented Reality*), na qual a interação ocorre por intermédio da utilização de uma *webcam*. Esta capta as imagens reais que são acrescidas dos elementos gráficos pré-programados, apresentando os resultados em um monitor.
3. Sistema de Visão Direta por Vídeo (*Vídeo See-Through HDM*), na qual se utiliza capacete com micro câmera de vídeo. As imagens captadas do ambiente, associadas aos elementos gráficos, são reproduzidos em pequenos monitores acoplados ao capacete, diretamente aos olhos do indivíduo.
4. Sistema de Visão Ótica por Projeção (*Projector-Based Augmented Reality*), na qual os objetos virtuais são inseridos no ambiente físico e o indivíduo os visualiza sem necessidade de auxílio de dispositivos tecnológicos. Proporciona ampla liberdade ao usuário, contudo sofre importante interferência ambiental, pois necessita de superfície de projeção ideal.

A RA na fisioterapia emerge em um período de aceleração no desenvolvimento das novas tecnologias. Esse recurso moderniza a reabilitação, levando em conta o que a tecnologia tem de melhor, a motivação ao usuário. Sendo assim, este trabalho pode contribuir para o desenvolvimento de um novo recurso fisioterapêutico, o qual é motivador e entusiástico, além de auxiliar na realização de futuros trabalhos científicos para a implementação da RA em condutas fisioterapêuticas.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é apresentar a nova tecnologia, Realidade Aumentada (RA), os seus benefícios e a sua utilização como ferramenta de auxílio na reabilitação de pacientes com doenças neurológicas, dando ênfase à Doença de Parkinson (DP).

Para a realização do objetivo, propõe-se:

- a. Apresentar a RA como novo recurso fisioterapêutico;
- b. Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os benefícios da RA na reabilitação de indivíduos com a DP;
- c. Demonstrar a eficiência de sua aplicação tanto de forma exclusiva, quanto associada a tratamentos convencionais;
- d. Expor uma nova forma de tratamento mais dinâmico, atrativo e entusiástico.

METODOLOGIA

Para a realização da monografia foi realizada uma revisão sistemática da literatura, através de buscas nas bases de dados online *PubMed*, *SciELO*, *Medline*, *Lilacs* e *PEDro*, utilizando os descritores na língua portuguesa, “Realidade Aumentada”, “Doença de Parkinson” e “Reabilitação”, e na inglesa “*Augmented Reality*”, “*Parkinson Disease*” e “*Rehabilitation*”. Como critério de inclusão, foram selecionados artigos dos últimos 10 anos, na língua portuguesa e inglesa, os quais eram relacionados ao tema proposto. Como critério de exclusão foi considerado artigos que não apresentassem formato de pesquisa.

RESULTADOS

Na busca bibliográfica realizada em janeiro de 2020, foram encontrados 229 artigos. Destes, 33 foram excluídos após a aplicação do filtro à pesquisa para encontrar os trabalhos dos últimos 10 anos, resultando em 196. Na sequência, foram excluídos 191 artigos, pois não apresentavam relação entre o título e o tema proposto, mantendo-se apenas 5 deles. 2 duplicatas foram excluídas, permanecendo 3 artigos. E por fim, 1 destes foi excluído por não apresentar formato de pesquisa, resultando em 2 estudos contemplados a este trabalho, como demonstrado através da figura 1.

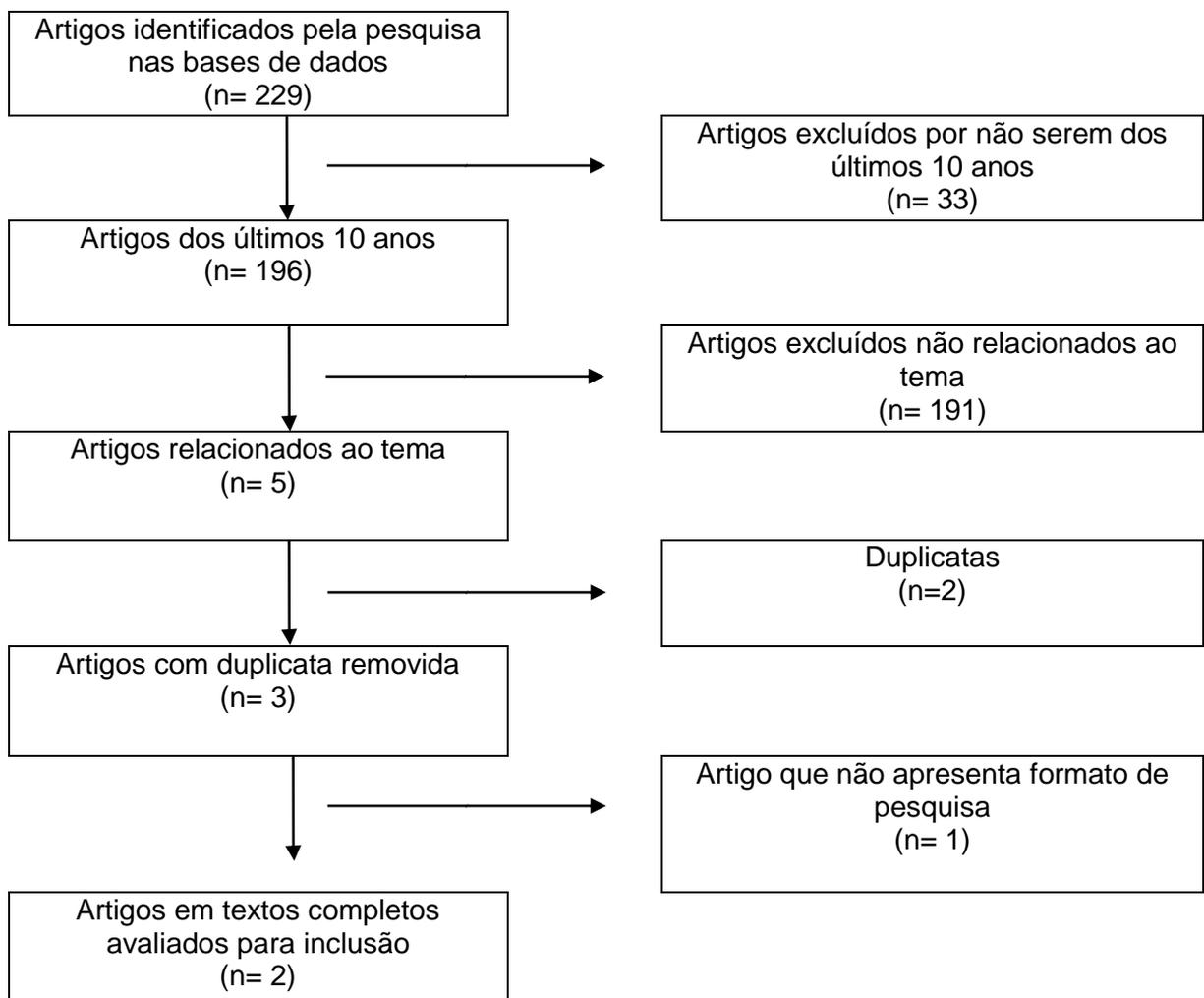


Figura 1. Fluxograma relativo a identificação dos artigos para a revisão sistemática.

Na análise de ambos os estudos verifica-se uma heterogeneidade quanto ao tipo de dispositivo de Realidade Aumentada (RA) utilizados, e quanto aos parâmetros analisados em cada estudo.

O estudo de Tunur *et al.* (2019), teve como objetivo avaliar a viabilidade, a aceitação e a segurança da utilização do dispositivo de RA, *Google Glass*, aos indivíduos com a Doença de Parkinson (DP), a partir do *feedback*, da participação e retenção dos participantes. Ademais, o protocolo da pesquisa também foi avaliado, verificando a viabilidade e a eficácia para a realização de futuros estudos com amostras maiores.

O dispositivo *Google Glass* (figura 2) foi padronizado para o ambiente *offline* e somente continha módulos *Moving Through Glass (MTG)*. Este era ativado pelo comando de voz “*OK Glass*”, seguido pela escolha de um dos quatro módulos presentes: *Warm Me Up*, *Balance Me*, *Unfreeze Me*, *Walk with Me*. Cada um dos três primeiros módulos apresentavam de três a quatro variações de movimento, com aproximadamente 45 segundos por vídeo. O último módulo, *Walk with Me*, continha quatro opções distintas de tempo (TUNUR *et al.*, 2019).



Figura 2. Demonstração de paciente utilizando o *Google Glass*. Tunur (2019).

Por sua vez, o estudo de Espay *et al.* (2010), teve como objetivo examinar os efeitos de um sistema fechado de RA, usável, e constituído por estímulos audiovisuais, sobre o estágio *off* da marcha parkinsoniana.

Para a realização do estudo, o dispositivo apresentava uma pequena unidade de mensuração computacional anexado à roupa do paciente, um óculos especializado (figura 3), que fornecia imagens virtuais de mosaico, em tamanho real, sobre o piso real, e fones de ouvido que proporcionavam os estímulos auditivos (ESPAY *et al.*, 2010).



Figura 3. Óculos de RA - Óculos com tela LCD embutida nas lentes para o paciente visualizar as projeções apresentadas e com fones de ouvidos para transmitir os sons proporcionados. Projeções e sons são determinados e enviados através do sensor conectado a ambos, o qual ficara preso ao cinto. Espay (2010).

A velocidade desses estímulos era o resultado da velocidade da própria marcha do participante. Sendo assim, o usuário regulava o padrão da marcha para criar um constante fluxo óptico do piso de RA e um estímulo auditivo rítmico, respondendo dinamicamente ao próprio movimento do paciente (ESPAY *et al.*, 2010).

O sistema permitiu com que os participantes pisassem nos mosaicos, com os passos largos, enquanto eles andavam. Uma marcha estável dos próprios passos dos pacientes, sincronizada com o mosaico virtual e com as pistas auditivas, recompensavam o paciente por fazerem esforços (ESPAY *et al.*, 2010).

Viabilidade do estudo

Tunur *et al.* (2019) avaliaram a viabilidade do estudo pelos indicadores de recrutamento, retenção e adesão à intervenção, uso dos módulos do *MTG*, a praticabilidade dos critérios de inclusão e de exclusão, e as correlações entre os valores da avaliação e do uso do *MTG*. Como resultado, obtiveram uma taxa de recrutamento de 50%, pois dos quatorze indivíduos que se inscreveram para o estudo, seis não se enquadravam aos critérios de inclusão e exclusão e um indivíduo foi retirado previamente do estudo, resultando em sete participantes no total. Todos eles completaram os requerimentos do estudo, proporcionando uma taxa de retenção de 100%.

Um participante falhou ao reportar a quantidade de uso do *MTG*, durante a intervenção, e assim foi excluído das análises. Do restante, seis participantes relataram segurança e uso independente, usando uma média de 78 módulos, com duração média de 3 minutos e 25 segundos, por volta de 20 dias, proporcionando uma taxa de adesão de 95% (TUNUR *et al.*, 2019).

Nenhum dos participantes abandonou o estudo ou deixaram de utilizar os módulos durante a intervenção. Entretanto, houve uma tendência negativa ao uso dos módulos, na terceira semana em comparação com as duas primeiras, dos indivíduos que não apresentavam histórico de quedas nos últimos 6 meses (TUNUR *et al.*, 2019).

Quanto a avaliação dos critérios de inclusão e exclusão, as correlações entre o uso do módulo *MTG* e a avaliação inicial da cognição, equilíbrio, mobilidade, humor e qualidade de vida foram analisados para garantir que as características iniciais não estivessem associadas ao uso do *MTG*. Correlações foram utilizadas para garantir que os participantes fossem capazes de usar a tecnologia e seguir os módulos seguramente, durante o período de intervenção (TUNUR *et al.*, 2019).

As análises estatísticas revelaram que não houve correlação entre a severidade da DP e dos parâmetros de equilíbrio mensurados ao uso do dispositivo. Além disso, não houve correlação encontrada entre o uso do dispositivo e a cognição, a qualidade de vida ou níveis de depressão (TUNUR *et al.*, 2019).

Aceitação e segurança

Tunur *et al.* (2019), ao analisarem a aceitação e a segurança, verificaram que todos os participantes relataram que os módulos eram agradáveis e não tiveram problemas em compartilhar com a família ou amigos, que estavam usando o *Google Glass*, como forma de gerenciar seus sintomas de DP e aumentar a atividade física. Seis dos sete participantes recomendariam o *MTG* a outras pessoas e estariam interessados em adquiri-lo se estivesse disponível ao público. Ademais, quatro dos participantes notificaram efeitos positivos em como se sentiam, relatando: “ não tão rígidos”, “sinto-me mais elegante” e “melhor coordenação”. Sobre a segurança, não foram reportados quedas ou efeitos adversos durante a intervenção.

Avaliação do protocolo da pesquisa

O estudo piloto de Tunur *et al.* (2019) avaliou o protocolo da pesquisa, verificando a praticabilidade do desenho do estudo e potenciais efetividades sobre os resultados mensurados que foram selecionados. Sendo assim, foi realizada a avaliação motora verificando o equilíbrio, a mobilidade funcional e a dupla tarefa dos participantes. Para isso, foram realizados o *Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)*, teste de apoio unipodal, *Timed Up and Go (TUG)*, e a dupla tarefa. A confiança dos participantes ao equilíbrio foi avaliada pelo uso do *Activities Specific Balance Confidence Scale*.

Por sua vez, a avaliação da função não motora também foi verificada contemplando a avaliação do humor e da qualidade de vida dos participantes, que foram convidados a preencher o *Beck Depression Inventory* (Visser *et al.*, 2006) e o *Parkinson Disease Quality of Life Scale* (De Boer *et al.*, 1996). Todas as avaliações foram realizadas antes do início e ao final das três semanas de intervenção (TUNUR *et al.*, 2019).

A avaliação do protocolo da pesquisa evidenciou, na praticabilidade do desenho do estudo, não haver distúrbios nos valores de equilíbrio ou mobilidade, que indicariam fadiga, como resultado do comprimento do protocolo do estudo. Ao invés disso, melhoras significativas foram observadas nos valores do *Mini-BESTest* e na pontuação do teste de apoio unipodal, em comparação com os valores iniciais (TUNUR *et al.*, 2019).

Por sua vez, na seleção dos resultados mensurados com potenciais efeitos, verificou-se uma melhora significativa nos valores da dupla tarefa, após três semanas de uso do *MTG*. Além disso, também houve melhora na pontuação do teste de apoio unipodal. Ademais, não foi encontrado melhorias nos outros parâmetros motores ou nos parâmetros não motores (TUNUR *et al.*, 2019).

Efeitos da RA no estágio off da marcha parkinsoniana

Espay *et al.* (2010) verificaram os efeitos da utilização de um sistema fechado de RA, no estágio *off* da marcha parkinsoniana, submetendo os participantes a cinco condições distintas:

1. Sem o dispositivo;
2. Dispositivo audiovisual posicionado, mas desativado;
3. Dispositivo audiovisual posicionado, somente com o estímulo visual ativado;
4. Estímulos audiovisuais ativados;
5. Sem o *feedback* sensorial (Dispositivo desligado, efeito residual imediato).

Além disso, os participantes realizaram duas avaliações motoras, a primeira na visita 1 e a segunda na visita 2, após a intervenção. Dessa forma, foi verificado a velocidade da marcha, o comprimento da passada e a cadência, por meio do (*GAITRite, CIR Systems, Inc; Havertown, Pennsylvania*), pela aplicação do *Unified Parkinson's Disease Rating Scale III (UPDRS)* e pelo *Freezing of Gait Questionnaire (FOGQ)* (ESPAY *et al.*, 2010).

A comparação entre as condições 1 e 2 serviu para determinar se uma resposta semelhante ao placebo poderia ser provocada quando o dispositivo ainda não fornecia o *feedback* audiovisual (ESPAY *et al.*, 2010).

Os resultados verificaram que não houve diferença significativa entre as condições 1 e 2. Os efeitos do treinamento se tornaram mais significativos sobre as condições 4 e 5, tanto para a velocidade da marcha, quanto para o comprimento da passada, se comparados à condição 1, ao passo que não houve diferença significativa quanto a cadência. Portanto, evidencia-se apenas a existência de um efeito do treinamento e da condição sobre a velocidade e o comprimento da passada. Verificou-

se também, maiores benefícios aos pacientes com a doença em estágios mais avançados e a tendência à diminuição da frequência de *freezing* (ESPAY *et al.*, 2010).

Tabela 1. Artigos selecionados.

Autor	Objetivo	Método	Resultados	Conclusão
Tunur <i>et al.</i> (2019)	Avaliar a viabilidade, a aceitação e a segurança na utilização do <i>Google Glass</i> aos indivíduos com a Doença de Parkinson, bem como avaliar o protocolo da pesquisa.	7 participantes que apresentavam a Doença de Parkinson, utilizaram o <i>Google Glass</i> , padronizado em quatro módulos do <i>MTG</i> , durante 3 semanas. Realizaram avaliações motoras e não motoras, antes e após a conclusão da intervenção. Análises estatísticas descritivas foram utilizadas para traçar o perfil dos participantes do estudo e verificar recrutamento, segurança, adesão, uso do <i>MTG</i> , e resultados da pesquisa.	A Taxa de recrutamento foi de 50%, a de retenção 100% e adesão 95%. A intervenção foi segura e aceita pelos participantes. Sem comprometimento na pontuação do equilíbrio ou da função motora para indicar fadiga. Melhora significativa no <i>Mini- BESTest</i> , sobretudo na pontuação do teste de apoio unipodal e da dupla tarefa. Sem correlação entre o uso do dispositivo e a cognição, a qualidade de vida ou níveis de depressão.	Há potencial de uso do <i>MTG</i> como uma intervenção portátil de dança, aos indivíduos com a Doença de Parkinson, para a melhora do equilíbrio e da mobilidade. O protocolo e as informações obtidas podem ser utilizados para guiar futuros testes clínicos randomizado.
Espay <i>et al.</i> (2010)	Examinar a eficácia do dispositivo de Realidade Aumentada, em um circuito fechado, com pistas audiovisuais, para a melhora da marcha, em pacientes com a Doença de Parkinson.	Os indivíduos recrutados estavam de acordo com os critérios estabelecidos. Durante o treinamento utilizaram dispositivos que forneciam estímulos audiovisuais. Para a realização do circuito, os participantes caminharam abrangendo a passarela <i>GAITRite</i> , do começo ao fim, ao mesmo ponto, sobre 5 condições. Foram mensurados os resultados da velocidade de marcha, comprimento da passada e cadência.	Os efeitos do treinamento têm maior magnitude sobre as condições 4 e 5 para a velocidade de marcha e comprimento da passada, se comparados a condição 1. Evidenciou-se efeito do treinamento na velocidade e no comprimento da passada.	Parece ser uma intervenção não farmacológica efetiva e desejável, com o intuito de melhorar a deambulação de pacientes com a Doença de Parkinson. O dispositivo auxiliou na melhora da marcha, diminuição do <i>freezing</i> e apresentou maiores benefícios aos indivíduos com estágios mais avançados da doença.

DISCUSSÃO

O presente trabalho de revisão sistemática da literatura contemplou dois estudos que abordaram a utilização da tecnologia Realidade Aumentada (RA), no auxílio ao tratamento fisioterapêutico de pacientes com a Doença de Parkinson (DP). Um dos artigos encontrado utilizou como dispositivo o *Google Glass*, o qual demonstrou ser um recurso viável, aceito pelos participantes, e seguro. Ademais, após a intervenção, foi verificada melhora no teste de apoio unipodal, na dupla tarefa e no *Mini-BESTest*, evidenciando ganhos funcionais aos participantes (TUNUR *et al.*, 2019).

Por sua vez, o segundo artigo utilizou no estudo um dispositivo com estímulos audiovisuais. Como resultado, identificou nos participantes melhora na velocidade e no comprimento da passada, diminuição da frequência de *freezing*, e revelou que os indivíduos em estágios mais avançados da doença obtiveram maiores benefícios ao uso da tecnologia (ESPAY *et al.*, 2010).

Há na literatura uma escassez de estudos que verificam os benefícios da RA na reabilitação de indivíduos com a DP. Nesse sentido, um dos únicos trabalhos encontrados foi o estudo de (ARAÚJO, 2019), que verificou o efeito imediato da realidade virtual, realidade aumentada e fisioterapia neurofuncional no controle postural, atenção e função executiva de indivíduos com a DP.

Neste trabalho, diferente dos dispositivos utilizados nos estudos de Tunur *et al.*, (2019) e Espay *et al.*, (2010), não utilizou um óculos de RA, mas um software livre, *WebCamMania*, que projetou a interação entre o ambiente real e o virtual em uma parede branca. Além disso, a conduta foi realizada em um centro de pesquisa com a supervisão de fisioterapeutas, e não conduzida a domicílio, como foi realizado nos estudos anteriormente citados (ARAÚJO, 2019; ESPAY *et al.*, 2010; TUNUR *et al.*, 2019).

Ademais, no estudo de Araújo (2019), foi aplicada uma única sessão de cada intervenção, com uma semana de intervalo entre elas, e duração de 50 minutos cada. O trabalho identificou melhora imediata tanto do controle postural quanto da cognição dos participantes, em todas as intervenções, sem distinções significativas entre elas, comprovando assim, os benefícios da RA, que no caso apareceram com a realização de apenas uma única sessão (ARAÚJO, 2019).

Sendo assim, a RA parece ser uma tecnologia viável de ser implementada tanto no tratamento em clínicas, com a supervisão de fisioterapeutas, quanto no ambiente

domiciliar, com orientações prévias e acompanhamento. Além disso, essa tecnologia parece ser um recurso que gera efeitos imediatos aos seus usuários e pode ser utilizada com diferentes tipos de dispositivos e *softwares*.

Além da implementação da RA na DP, sua aplicação em outras patologias também vem sendo estudada, como é possível verificar no estudo de Lee *et. al.*, (2014). Nele, os pesquisadores avaliaram os efeitos desse recurso na reabilitação de indivíduos após Acidente Vascular Encefálico (AVE) (LEE *et. al.*, 2014).

Dessa maneira, o grupo controle foi submetido a um programa fisioterapêutico comum, ao passo que o grupo experimental realizou além do mesmo programa, exercícios de controle postural baseados em RA. Após quatro semanas de intervenção, o grupo experimental apresentou melhora significativamente maior do que o grupo controle, nos parâmetros velocidade da marcha, do passo e comprimento da passada (LEE *et. al.*, 2014), resultados semelhantes aos encontrado por Espay *et al.* (2010), em pacientes com a DP.

A utilização da RA também foi analisada em sessões de fisioterapia para indivíduos idosos. Yoo *et. al.*, (2013) verificaram os efeitos dos exercícios de *Otago* juntamente com a RA, nos parâmetros de equilíbrio, marcha e quedas, em mulheres idosas. Para isso, um grupo realizou exercícios de *Otago* de forma convencional, e o outro grupo, exercícios de *Otago* com a RA, ambas durante doze semanas. Os resultados demonstraram que os dois grupos apresentaram melhora significativa na marcha e no equilíbrio, todavia apenas o grupo que implementou a RA apresentou melhora significativa na ocorrência de quedas (YOO *et. al.*, 2013).

A área da Tecnologia da Informação (TI) vem ampliando os estudos sobre o desenvolvimento de *softwares* e plataformas de RA na fisioterapia, inclusive na DP. O trabalho de Pachoulakis *et al.* (2016) reportou o desenvolvimento de uma plataforma *Microsoft Kinect* para a realização de fisioterapia, em pacientes com sintomas leve a moderado da DP. Nela, sensores identificaram o corpo do indivíduo, o qual foi projetado a uma tela de televisor, criando uma experiência similar a de estar na frente de um espelho, porém com artefatos de RA aplicadas (PACHOULAKIS *et al.*, 2016).

Além disso, exercícios comumente encontrados na reabilitação de pacientes com a DP foram implementados no sistema para que os participantes os realizassem. Em seguida, após sua execução, as métricas analisadas pelo equipamento foram exibidas na tela, permitindo ao fisioterapeuta realizar ajustes finos individualmente, além de fornecer um *feedback* de sua performance. Segundo os autores, futuramente

eles pretendem validar a plataforma e ampliar os exercícios (PACHOULAKIS *et al.*, 2016).

Link (2018), desenvolveu um protótipo de jogo para auxiliar na reabilitação de pacientes com hemiplegia. Para isso, foi implementado um simulador de caminhada utilizando a RA, além de um dispositivo dotado de sensores para monitorar a marcha dos participantes. O trabalho foi conduzido juntamente com fisioterapeutas possibilitando verificar eventuais ganhos funcionais após a aplicação do dispositivo (LINK, 2018).

Sendo assim, quatro mulheres que se encontravam em um quadro de pós AVE, com média de idade de 65 anos, foram alocadas em dois grupos, o grupo controle, que foi submetido a fisioterapia convencional e o grupo intervenção, o qual utilizou a RA. A intervenção contemplou uma sessão a cada semana, durante um período de seis semanas (LINK, 2018).

A análise dos resultados demonstrou que a RA acarretou benefícios funcionais aos indivíduos do grupo intervenção, evidenciando a possibilidade de utilizá-la na reabilitação. Além disso, o autor evidencia que “os relatos dos pacientes demonstram que a Realidade Aumentada é um ótimo incentivo no tratamento e reabilitação fisioterápicos (LINK, 2018, p. 63).

Sendo assim, além dos ganhos funcionais, a reabilitação com a RA proporciona motivação, além da satisfação como relatado pelo autor Tunur *et al.* (2019) “os participantes reportaram alta taxa de satisfação como indicado pelo questionário *MTG* e reportaram o desejo de continuar usando a aplicação *MTG* se fosse disponível” (TUNUR *et al.*, 2019, p. 7, tradução nossa).

O presente trabalho apresenta limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, há uma escassez de estudos que evidenciam os benefícios da RA na reabilitação de pacientes com a DP. Isso deve-se principalmente pelo fato de ser uma tecnologia nova, que passou a ser implementada como recurso fisioterapêutico recentemente.

Em seguida, não há critérios padronizados para a sua implementação, visto que os estudos encontrados adotaram distintos protocolos, que incluíram desde diversidade de dispositivos a diferentes parâmetros analisados. Entretanto, todos os estudos comprovaram que a RA trouxe benefícios aos indivíduos com a DP, evidenciando ser um recurso promissor.

Ademais, este trabalho contempla estudos recentes de países do mundo inteiro e de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo tanto à sociedade científica, quanto ao auxílio para novas pesquisas sobre a implementação da RA no tratamento fisioterapêutico.

CONCLUSÃO

As inovações tecnológicas implementadas na área da saúde, além de aperfeiçoarem terapias, também fornecem recursos amplamente entusiásticos e motivadores aos tratamentos fisioterapêuticos, melhorando assim, o engajamento do paciente ao tratamento. A Realidade Aumentada (RA), é uma dessas recentes inovações, na qual une o mundo virtual ao mundo real, através de dispositivos como câmeras e óculos de RA.

Além dessa tecnologia auxiliar para que a reabilitação seja mais dinâmica, atrativa e interessante, em poucas sessões, os pacientes já apresentam melhoras significativas no controle postural e na cognição. Ademais, ela acarreta melhora no teste de apoio unipodal, na velocidade e comprimento da passada, na realização da dupla tarefa, diminuição da frequência de *freezing*, melhora da marcha e das quedas. Portanto, é uma intervenção não farmacológica efetiva e desejável, beneficiando os pacientes.

Todavia, mesmo identificando todos esses achados, ainda assim há escassez de estudos que verificam os benefícios da RA na reabilitação de indivíduos com a DP. Dessa forma, são necessários mais estudos que identifiquem as vantagens dessa tecnologia, para assim ser implementada no tratamento fisioterapêutico.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA. O que é Doença de Parkinson (DP)? [s.l.], [s.d.]. Disponível em: http://www.cadastro.abneuro.org/site/conteudo.asp?id_secao=31&id_conteudo=34&ds_secao. Acesso em: 15 ago. 2019.
- ARAÚJO, H. A. G. de. O. **Efeito imediato da realidade virtual, realidade aumentada e fisioterapia neurofuncional no controle postural e cognição de indivíduos com Doença de Parkinson: ensaio clínico aleatório.** Londrina, 2019. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina.
- ESPAY, A. J. *et al.* At-home training with closed-loop augmented-reality cueing device for improving gait in patients with Parkinson Disease. **Journal Of Rehabilitation Research & Development**. Cincinnati, v. 47, n. 6, p. 573-582, 2010. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20848370/>. Cited: 10 jan. 2020.
- GONCALVES, L. H. T.; ALVAREZ, A. M.; ARRUDA, M. C. Pacientes portadores da Doença de Parkinson: significado de suas vivências. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 62-68, Mar. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010321002007000100011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 ago. 2019.
- LEE, C.; KIM, Y.; LEE, B. Augmented reality-based postural control training improves gait function in patients with stroke: Randomized controlled trial. **Hong Kong Physiotherapy Journal**, Seoul, v. 32, n. 2, p. 51-57, 2014. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013702514000219?via%3Dihub>. Cited: 15 ago. 2019.
- LINK, J. **Right Step: Serious game de realidade aumentada para reabilitação de pacientes com hemiplegia.** 2018. 70f. Projeto de pesquisa (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2241/1/2018JulianoLink.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- NAKAMOTO, P. T. *et al.* Estratégia de engenharia de requisitos para ambientes de Realidade Aumentada. **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 607-626, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-17752012000300009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 ago. 2019.
- PACHOULAKIS, I. *et al.* A Kinect-Based Physiotherapy and Assessment Platform for Parkinson's Disease Patients. **Journal of Medical Engineering**, Crete, v. 2016, p. 1-8, 2016. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jme/2016/9413642/>. Cited: 10 jan. 2020.

SVEINBJORNSDOTTIR, S. The clinical symptoms of Parkinson's Disease. **Journal of Neurochemistry**, Chelmsford, v. 139, n.1, p. 318-324, 2016. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27401947/>. Cited: 16 jan. 2020.

TUNUR, T. *et al.* Augmented reality-based dance intervention for individuals with Parkinson's Disease: A pilot study. **Disability And Health Journal**, v. 13, n.2, p. 1-7, 2019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31679951/>. Cited: 10 jan. 2020. In Press.

VARA, A. C.; MEDEIROS, R.; STRIEBEL, V. L. W. O tratamento fisioterapêutico na Doença de Parkinson. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 266-272, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8281>. Acesso em: 20 fev. 2020.

YOO, H.; CHUNG, E.; LEE, B. The effects of Augmented Reality-based Otago exercise on balance, gait, and falls efficacy of elderly women. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 25, n. 7, p. 797- 801, 2013. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3820389/>. Cited: 13 jan. 2020.