

UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL APLICADA À SAÚDE CARDIOVASCULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Airan Iuri do Nascimento¹, Maria Claudete Schorr²

Resumo: Os recursos tecnológicos estão inseridos na área da saúde por diferentes meios, sendo frequentemente considerados fundamentais para a evolução de tratamentos e cuidados médicos. Em toda área da saúde, qualquer procedimento apresenta algum risco, especialmente quando se trata de saúde cardíaca, devido à sensibilidade do referido órgão, e as possíveis reações que o corpo do paciente possa apresentar. Deste modo, recursos como a realidade virtual surgem como um meio para auxiliar e solucionar problemas nesta área, sobretudo durante o curso do tratamento e da recuperação de pacientes que tenham sido submetidos a cirurgias cardíacas. Com base nisso, o presente trabalho aborda uma revisão sistemática de literatura, cujo objetivo é sintetizar os estudos existentes sobre a utilização de realidade virtual na saúde cardiovascular. Neste sentido, nesta RSL foram utilizados critérios para a seleção e análise de estudos que pudessem ter aparecido como soluções durante a pesquisa bibliográfica, tendo como apoio um modelo de Schorr (2020). Foi considerado o período de 2015 até o presente momento, além de descartar outras revisões sistemáticas, mantendo o foco em estudos que apresentassem exemplos práticos do uso de ferramentas e técnicas de realidade virtual aplicadas à saúde cardiovascular. Um total de 10 estudos foram selecionados e analisados na íntegra, sendo classificados em diferentes aspectos, investigando o uso da realidade virtual na saúde cardiovascular. Como conclusão, foi possível verificar uma forte presença de ferramentas de realidade virtual inseridas em ambientes e sistemas que visam o treinamento de profissionais da saúde, bem como em testes clínicos para obtenção de medidas de pacientes, tanto na coleta de dados médicos de pacientes jovens, quanto de pacientes idosos.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Saúde Cardiovascular. Cirurgia Cardíaca. Revisão Sistemática de Literatura.

1 Bacharel em Engenharia de Software, UNIVATES – aidnascimento@universo.univates.br

2 Doutora em Informática na Educação, Docente na UNIVATES – mclaudetesw@univates.br

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Santos e Calles (2017), é constatado que as doenças cardiovasculares (DCV) causam um elevado número de mortes em países desenvolvidos, e representam uma ameaça séria para a saúde e o desenvolvimento. No Brasil, doenças deste tipo correspondem a aproximadamente 32,6% das mortes por causa determinada. O procedimento mais realizado é a cirurgia cardíaca, sendo adotado em casos constatados de doenças cardiovasculares, com o intuito de aumentar a expectativa e qualidade de vida dos diagnosticados.

No processo de reabilitação, comumente são utilizados jogos virtualizados, que normalmente exigem a utilização de segmentos do corpo e movimentação das mãos e dedos, juntamente de membros superiores e inferiores, variando conforme a jogabilidade proposta e a intensidade necessária. No caso de pacientes que passaram por cirurgia cardíaca, a utilização de dispositivos como sensores de movimentos, oferecem um grande suporte trazendo muitos benefícios, como a melhora de postura, o que diminui a sensação de dor após o procedimento, a melhora da expansão torácica, a melhora da força muscular dos membros inferiores, além de um aumento na capacidade funcional e no equilíbrio, também gerando um aumento na motivação durante o exercício (CACAU *et al.*, 2013). Santos e Calles (2017) ressaltam que a Realidade Virtual (RV) possui como principais vantagens para tais pacientes a aquisição de novas habilidades e a avaliação do próprio treinamento, contribuindo para o atendimento ao paciente, e proporcionando a oportunidade da prática de habilidades físicas e cognitivas.

No período atual, a RV é usada como recurso na reabilitação cardiovascular, permitindo a realização de exercícios funcionais com intensidade moderada, normalmente reduzida e sempre adaptada pelo profissional da saúde. Desta forma, a adequação da RV à capacidade funcional do paciente pode variar, aumentando ou diminuindo a dificuldade de maneira gradativa, seja via software ou diretamente por um profissional, dependendo do sistema utilizado.

Por conta disso, considerando as variadas formas de uso da RV, surge a necessidade de serem viabilizadas maneiras de agrupar documentos e estudos desta área, visto que tanto em um âmbito geral, quanto especificamente na área da saúde, existem inúmeras maneiras de se obter benefícios com o uso desta tecnologia. Schiavon (2015) reforça que é preciso tornar crescente o auxílio a pesquisadores e profissionais, disponibilizando um acesso de qualidade a evidências e possibilitando uma melhor tomada de decisões. É inviável um profissional se manter constantemente atualizado com o conteúdo das inúmeras publicações que se enquadram na sua área de atuação. Isto contribui para o surgimento de mais trabalhos de revisão sistemática, que tentam suprir esta necessidade (SCHIAVON, 2015). A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) aborda a literatura sobre determinado assunto, resumindo evidências,

através de técnicas padronizadas de busca, síntese e crítica das informações levantadas pelos estudos. Sua principal utilidade é reunir informações que estão espalhadas em vários estudos em um único conjunto (SCHIAVON, 2015).

Deste modo, o presente trabalho apresenta uma RSL, com o intuito de investigar e analisar a resposta que as tecnologias de realidade virtual oferecem quando aplicadas na área da saúde cardiovascular.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção consta a fundamentação teórica deste estudo, a fim de oferecer o embasamento técnico necessário sobre os temas abordados.

2.1 Realidade Virtual

Pode-se definir a realidade virtual como sendo uma interface avançada para aplicações computacionais, deixando o usuário livre para interagir e navegar em tempo real num ambiente tridimensional, tendo a possibilidade de utilizar dispositivos multissensoriais, seja para atuação ou feedback (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a experiência do usuário pode se tornar ainda melhor através de estímulos sensoriais, como tato e audição, visto que a RV é basicamente uma interface avançada do usuário, onde este pode acessar aplicações executadas no computador. O ambiente de atuação é tridimensional (3D) e gerado por computador, e permite ações em tempo real e interação do usuário com os elementos presentes.

O ambiente gerado pode ser visualizado de qualquer posição de escolha do usuário, e a interação é um dos aspectos mais importantes da interface, tendo relação com a capacidade de detecção do computador às ações do usuário, oferecendo uma reação instantânea (feedback). Essa interação e resposta é uma característica predominante nos videogames do início dos anos 2000, o que torna a experiência muito mais rica em detalhes (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

2.2 Realidade Aumentada

Tori, Kirner e Siscoutto (2006) destacam que a Realidade Aumentada (RA) é uma forma de enriquecer o ambiente real com objetos virtuais em tempo real, normalmente com o auxílio de algum dispositivo. Também é salientada como uma melhoria do ambiente do mundo real, com a adição de informações textuais e visuais, geradas por computador. Há a impressão de coexistência entre os mundos real e virtual no mesmo espaço, através da combinação de objetos virtuais e reais, interatividade em tempo real, alinhamento dos objetos entre si, e a presença contínua dos sentidos humanos, incluindo audição, tato, força e olfato.

A RA pode ser dita de visão direta (imersiva), quando o usuário enxerga a mistura entre o ambiente virtual e o ambiente real apenas apontando os olhos para alguma posição real, tanto com cena óptica ou vídeo, ou de visão indireta (não imersiva), quando é visualizado o mundo em algum dispositivo de projeção, sem estar alinhado a alguma posição real.

2.3 Relações entre RV e RA

RV e RA são duas áreas que têm relação com as novas gerações de interface do usuário, o que facilita interações entre usuário e aplicações computacionais. Segundo Kirner e Siscoutto (2007), a RV necessita equipamentos de visualização, podendo ser um monitor, projetor ou capacete, sendo estes comumente usados em ambientes fechados, enquanto a RA não possui esta necessidade de dispositivos, além da possibilidade de ser utilizada em qualquer ambiente, o que a caracteriza como mais abrangente e universal (KIRNER; SISCOUTTO, 2007). Enquanto a RV é totalmente gerada por computador e a sensação visual é controlada por sistema, a RA torna o cenário do mundo real mais rico, com a adição de objetos virtuais, mantendo o usuário com o sentido de presença no mundo real. Na RV é necessário um mecanismo que interligue o usuário e o mundo virtual, sendo que na RA o mecanismo de ajuda precisa combinar ambos mundos virtual e real, proporcionando a sensação de coexistência (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

Em contrapartida, tanto a RA quanto a RV podem ser utilizadas seja em aplicações individuais ou em aplicações coletivas, tanto locais quanto remotas, possibilitando experiências colaborativas. Contudo, a RA permite o uso de ações tangíveis e de operações de vários modos, podendo envolver voz, gestos, ou tato, o que torna mais fácil o trabalho do usuário, sem que o mesmo precise de treinamento prévio (KIRNER; SISCOUTTO, 2007).

2.4 Realidade Virtual na área da saúde

Pompeu *et al.* (2014) constatam que na interação do paciente com o mundo virtual, ele adquire informações online sobre o seu desempenho, além das consequências da prática, conhecendo os resultados da atividade realizada, o que de quebra contribui para a aprendizagem.

Dores *et al.* (2012) destacam dentre as diversas áreas de aplicação das tecnologias de RV, a grande área das Ciências da Saúde, com sua utilização ocorrendo a fins de investigação, formação ou educação, intervenção reabilitativa ou terapêutica e avaliação. É possível mensurar a condição física e psicológica atual do usuário através da simulação de um ambiente e da investigação.

Sendo um instrumento de tratamento ou reabilitação e avaliação, o ponto principal em sua utilização é quebrar a barreira das limitações tecnológicas comuns, gerando maior eficiência e potencializando ferramentas existentes.

Esta área de atuação segue sendo como a que apresenta o maior desafio aos profissionais, pacientes e famílias, visto que há a necessidade de superar e alterar abordagens mais tradicionais (DORES *et al.*, 2012). DORES *et al.* (2012) ainda complementam que, apesar da possibilidade de acesso a tratamentos com este tipo de benefício, os mesmos não são escolhas unânimes, o que se dá muito pela falta de conhecimento dos pacientes e a falta de clarificação do processo pelos profissionais.

Apesar do grande potencial, na área da saúde a RV ainda possui suas capacidades limitadas no ambiente clínico. Para Bond (2019), é difícil determinar se um jogo baseado em RV pode aumentar a motivação para atividades físicas de reabilitação por conta da natureza da RV ou simplesmente pela qualidade e design do ambiente ou jogo.

2.5 Revisão Sistemática de Literatura

Moreira (2004) aponta a necessidade da presença de revisões de literatura de qualidade para sintetizar o conhecimento acerca de determinada área, principalmente após a explosão de informações, que começou em meados dos anos 90 e ganhou força com a popularização da Internet.

Schiavon (2015) diz que tanto estudos publicados ou não, sendo semelhantes, devem passar por uma análise metodológica e estatística, sendo considerado este o melhor nível de evidências para tomada de decisões. Para a coleta, seleção e análise, existem métodos específicos que apresentam melhores resultados, bem como para a avaliação. A presença de uma questão com boa estrutura é fundamental para uma boa revisão sistemática, pois tal questão define quais estratégias e métodos devem ser seguidos, e quais estudos devem ser incluídos na revisão. Bases de dados científicas são altamente recomendadas, por possuírem cabeçalhos e mecanismos de busca bem definidos, o que facilita a pesquisa, além da utilização da combinação de termos (SCHIAVON, 2015). Schorr (2020) complementa a ideia destacando a necessidade de reunir estudos semelhantes e disponibilizar informações em forma de síntese, além de fornecer um ponto de vista crítico de análise das evidências encontradas. É destacado por Schorr (2020) um protocolo de revisão em forma de fluxograma, sendo uma maneira de facilitar a escrita de uma RSL, devido a uma melhor organização da mesma.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo se encontram descritas a metodologia e as técnicas utilizadas neste trabalho. Ainda constam detalhes sobre o desenvolvimento, resultados obtidos e a conclusão do estudo.

3.1 Metodologia

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, visto que seu objetivo é investigar e analisar estudos pertinentes à aplicação de tecnologias de realidade virtual na área da saúde cardiovascular, através de uma revisão sistemática de literatura de validade pragmática e abordagem quantitativa.

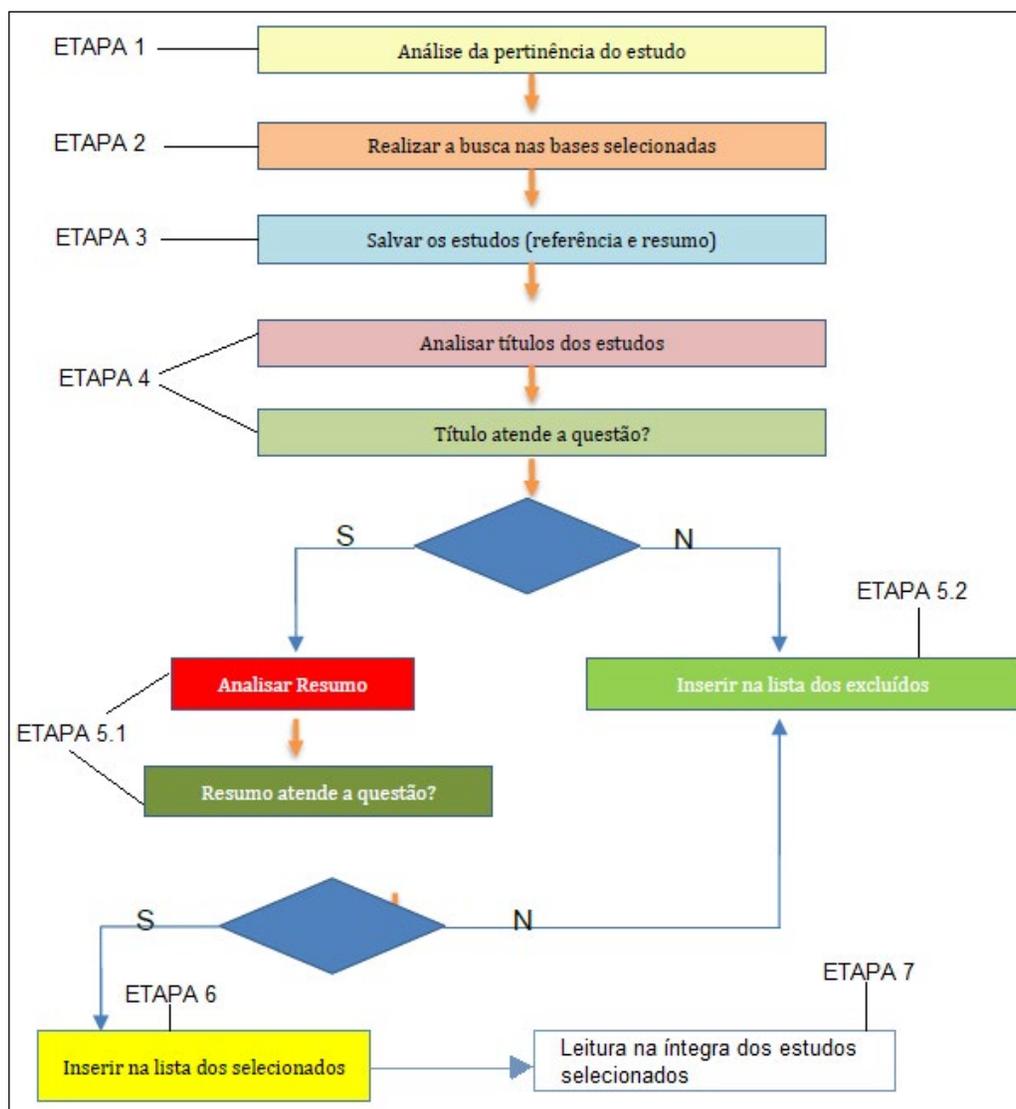
3.2 Tecnologias

Neste estudo as tecnologias utilizadas foram as seguintes bases de dados: Google Scholar, SciELO, Portal da CAPES de Periódicos e IEEE Computer Society Library.

3.3 Desenvolvimento

Com foco em atingir o objetivo proposto, foi utilizado um fluxograma adaptado de Schorr (2020), dividido em etapas que serão detalhadas a seguir, para auxiliar desde a busca do material nas bases de dados virtuais, até o processo de seleção e escrita da revisão sistemática, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de busca, classificação e análise de estudos encontrados



Fonte: adaptado de Schorr (2021).

Na etapa 1 foi analisada a importância deste estudo para a comunidade e para o Acadêmico. Este trabalho é justificado pelo apoio tanto à área da saúde cardiovascular, bem como à área da realidade virtual. Ao Acadêmico, o estudo agregou conhecimentos sobre realidade virtual, sua classificação e suas possíveis soluções para determinados problemas, além de fornecer informações sobre áreas de uso destas tecnologias. Somado a isso, também foi adquirido o conhecimento sobre a área cardiovascular. O estudo ainda pode ter relevância para outros pesquisadores e acadêmicos que estejam interessados

em aplicações utilizando realidade virtual, e soluções para o auxílio na saúde cardiovascular, reabilitação e tratamento.

A etapa 2 visa a obtenção de materiais para a revisão sistemática. Foram realizadas diversas pesquisas em bases de dados virtuais sobre o tema realidade virtual aplicada à saúde cardiovascular. Nas buscas foram utilizadas as bases de dados virtuais: SciELO, Google Scholar, Portal CAPES de Periódicos e IEEE Computer Society Digital Library. O período considerado foi o do ano de 2015 até 2021. Além disso, em casos necessários, como nas pesquisas iniciais de familiarização com o tema, operadores lógicos e delimitadores, tais como termos presentes no título ou outros, foram utilizados quando disponíveis, para otimizar a combinação de palavras-chave. Inicialmente, para a captação inicial de material e primeiro contato com as bases de dados, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: realidade virtual, reabilitação cardíaca, saúde cardiovascular, ferramentas de reabilitação, *cardiac rehabilitation*, *cardiac surgery*, *virtual reality*, *cardiac healthcare technology*, entre outras combinações. Por fim, na pesquisa final onde foram documentados de fato os resultados, optou-se pela pesquisa com os termos “realidade virtual cardiovascular”, sendo separados em duas partes, com o operador lógico AND entre eles, com a pesquisa ficando então como: “realidade virtual” AND “cardiovascular”, para as bases de dados nacionais com materiais nacionais (Google Scholar, SciELO e Portal CAPES), e os mesmos termos traduzidos para inglês para a base internacional (IEEE), com a pesquisa ficando como: “*virtual reality*” AND “*cardiovascular*”. Estudos apresentando outras revisões sistemáticas foram descartados, e a pesquisa esteve focada em documentos que retratassem uma utilização prática de técnicas e ferramentas de realidade virtual, seja em programas de CR ou na análise de dados médicos. Ainda, estudos que abordam soluções de realidade aumentada, e estudos da categoria Exergaming também foram considerados, visto que tais categorias apresentam soluções úteis para a área clínica delimitada, tendo sido ambas tecnologias abordadas neste estudo.

Em paralelo à etapa 2, na etapa 3, foi realizada a pesquisa nas bases de dados, onde os resultados foram salvos em uma planilha contendo o título de cada resumo, a base de dados correspondente, uma coluna para avaliação do título, que foi a etapa seguinte, e observações, para posteriormente serem analisados e terem sua pertinência avaliada, conforme mostrado na Figura 2, onde as linhas destacadas na cor laranja contêm os termos pesquisados a partir dos quais foram selecionados os estudos cujos títulos foram analisados na etapa seguinte, sendo uma pesquisa para cada base. Optou-se pela documentação do título para aproveitar o mesmo documento para a etapa seguinte, sendo que o resumo e a referência de cada estudo não teriam utilidade naquele momento. Um total de 135 estudos foi encontrado após a realização de todas as buscas.

Figura 2 – Trecho da planilha de termos de pesquisa

TERMO PESQUISADO	PERÍODO	DELIMITADOR	BASE
realidade virtual cardiovascular	2015-2021	Somente no título	Google Scholar
"realidade virtual" AND "cardiovascular" -"revisão" -"sistemática" -"literatura"	2015-2021	AND (entre termos) / - (eliminar termos)	Google Scholar
realidade virtual cardíaca	2015-2021	Somente no título	Google Scholar
realidade virtual reabilitação	2015-2021	Somente no título	Google Scholar
realidade virtual cirurgia	2015-2021	Somente no título	Google Scholar
realidade virtual cardíaca simulação cirurgia cardiovascular tratamento	2015-2021	Nenhum	Google Scholar
virtual reality cardiac	2015-2021	Somente no título	Google Scholar
DEIXEI PARA PESQUISAR MAIS TERMOS EM INGLÊS NAS BASES INTERNACIONAIS			
virtual reality cardiac	2015-2021	AND (entre termos)	SciELO
realidade virtual : cardiovascular	2015-2021	AND (entre termos)	SciELO
realidade virtual : cardíaca	2015-2021	AND (entre termos)	SciELO
realidade virtual : reabilitação	2015-2021	AND (entre termos)	SciELO
realidade virtual : cirurgia	2015-2021	AND (entre termos)	SciELO
realidade virtual : cardiovascular	2015-2021	AND (entre termos)	CAPES

Fonte: Do autor (2021).

Na etapa 4, os estudos obtidos e documentados tiveram os títulos analisados, e cada um deles foi classificado como Atende ou Não Atende a área de pesquisa. Após a análise, 24 estudos foram considerados pertinentes à área e passaram para a etapa 5.1, enquanto outros 111 considerados não pertinentes, passaram para a etapa 5.2.

A etapa 5 é subdividida em duas etapas menores, sendo que na etapa 5.1 os estudos que tiveram o título anteriormente analisado e foram considerados dentro da área delimitada, tiveram seus resumos analisados separadamente, em uma nova planilha, semelhante à análise dos títulos realizada na etapa anterior, tendo então novamente sua pertinência avaliada e classificada como Atende ou Não Atende a questão. É necessário frisar que existia a possibilidade de que trabalhos que foram considerados aptos após a análise do título, passassem a ser desconsiderados a partir da análise do resumo, visto que este oferece uma ideia mais ampla sobre o estudo realizado. Nestes casos, tais estudos passaram para a etapa 5.2, caso contrário passando à etapa 6. Já na etapa 5.2, os estudos que foram descartados, tanto pela análise do título, quanto pela análise do resumo, foram destacados na cor cinza, em ambas planilhas de Análise de Títulos e Análise de Resumos, para serem diferenciados dos estudos que passaram para outras etapas. Ao final de cada listagem, foi documentado o total de estudos considerados e desconsiderados, incluindo uma separação por base de dados.

Na etapa 6, os estudos que passaram por análise de título e resumo e atendem à questão, foram destacados com a cor verde na planilha de Análise de Resumos, indicando serem os trabalhos classificados como aptos e que posteriormente foram lidos por completo e analisados. Um total de 10 estudos foram selecionados para leitura na íntegra.

Por fim, na etapa 7 os estudos selecionados foram lidos na íntegra e posteriormente analisados, para então ser extraída uma conclusão sobre a forma de utilização da realidade virtual na área cardiovascular. Nesta etapa foi

constatado que nenhum dos estudos analisados fez uso de alguma técnica de RA, tendo todos utilizado somente jogos virtualizados e outras ferramentas de RV.

3.4 Testes e análise dos resultados

Inicialmente, como parte do processo de pesquisa inicial e familiarização com o tema, foram realizadas buscas de combinações de palavras-chave, sendo documentado apenas o total de resultados obtidos para cada busca, conforme detalhado nos capítulos anteriores. O mesmo processo foi utilizado para o desenvolvimento do estudo, variando os parâmetros e realizando a abordagem conforme a Figura 1.

Posteriormente, encontram-se as informações e conclusões sobre os estudos selecionados para análise na íntegra. A organização das soluções encontradas foi dispersa em quadros separados, destacando as seguintes informações dos estudos: título, autores, assunto, objetivos, tecnologias utilizadas, desenvolvimento, resultados. Após a apresentação das informações, consta uma conclusão sobre cada trabalho. Por fim, há a conclusão geral do autor da revisão sistemática sobre todos os trabalhos destacados.

A título de exemplo, segue um quadro referente a um dos trabalhos selecionados e sua análise, com o mesmo método sendo utilizado nos demais estudos apresentando dados e conclusões individuais:

Quadro 1 – Informações sobre o primeiro trabalho classificado

Título	Realidade Virtual Aplicada a Medicina: Simulador de Caminhada Para análise da Frequência Cardíaca
Autor(es)	DINIZ, Ivando S.
Ano	2018
Assunto	Simulador virtual de caminhada para análise da frequência cardíaca
Objetivos	Realizar uma análise patológica do Eletrocardiograma (ECG) do paciente, submetido a ambientes considerados perturbadores. Utilizado apenas para validar a tecnologia no simulador virtual
Tecnologias utilizadas	Unreal Engine 4 para o desenvolvimento do software, sensor de batimento cardíaco e “Mini Stepper”, uma placa eletrônica com sensor magnético, que serve para simular uma caminhada

Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Neste trabalho, foi medido o pulso de ECG em duas situações, com dois ambientes virtuais; • Sistema conectado ao computador, visualizado através do monitor; • Interface realizada através do kit do Arduíno Atmega 2560 com comunicação serial RS232; • Sistema com todos componentes montado sobre uma bancada. “Mini Stepper” situado no piso, sensor fixado no dedo, placa do microcontrolador com a programação gravada e computador rodando o programa de simulação; • Simulador e sensor de batimentos cardíacos apresentam valores para ambientes diferentes.
Resultados	Não consta seção específica

Fonte: Do autor (2021).

Análise do autor: O sistema apresentou as medidas do ECG relativas aos ambientes virtuais, sendo este o objetivo. Foram realizados testes com 5 pessoas e os resultados foram satisfatórios em relação à programação e ao comportamento esperado. A proposta foi considerada útil para a análise de exames do tipo ECG por conta dos dados coletados de forma fácil.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os estudos analisados, foi constatado que a questão norteadora possui mais de uma resposta, devido às diferentes formas de utilização da tecnologia de RV dentro do escopo do estudo. Com base no material encontrado, foi observado um destaque principal às áreas de simulação e treinamento de profissionais de saúde, e avaliação de capacidades de pacientes, tanto jovens, quanto idosos, o que pode ser classificado também como sendo parte de programas de reabilitação, como nos casos onde os estudos envolvem idosos com algum problema de saúde constatado.

Inicialmente, durante a fase de familiarização com o assunto, a principal dificuldade encontrada foi o alto número de resultados de pesquisas retornado nas buscas feitas, o que acontecia devido à falta de conhecimento dos mecanismos de busca disponíveis, e combinações não tão efetivas de palavras-chave. Com o avanço e refinamento das buscas, foi possível obter o material necessário para a realização da revisão sistemática, seguindo o modelo proposto pelo fluxograma da Figura 1.

Uma vez tendo os estudos separados para análise, pôde-se observar os aspectos de cada um separadamente e identificar a área de atuação e como se deu cada pesquisa. Os estudos realizados por Bucioli *et al.* (2017), Perez-Gutierrez *et al.* (2020) e Xie *et al.* (2017) englobam majoritariamente a utilização de tecnologias de RV na simulação de ambientes, visando o treinamento de profissionais e o acesso facilitado a informações críticas e detalhes sobre o sistema cardiovascular de pacientes. Bucioli *et al.* (2017) tiveram a pesquisa

focada na criação de um plugin que faz a geração de modelos tridimensionais do coração humano, podendo ser personalizados e com a opção de remoção de ruídos externos do modelo. Por sua vez, tanto Perez-Gutierrez *et al.* (2020), quanto Xie *et al.* (2017) voltaram as atenções para o procedimento de angioplastia coronária personalizada. O estudo de Perez-Gutierrez *et al.* (2020) disponibilizou dois ambientes de treinamento para profissionais da saúde, com a utilização de tecnologias de RV imersiva em um deles, e não-imersiva em outro, sendo ambas as formas muito bem avaliadas pelos profissionais, com alto índice de aprovação, sendo este levemente maior para o ambiente imersivo. Já Xie *et al.* (2017) propuseram a criação de um modelo tridimensional, semelhante ao estudo de Bucioli *et al.* (2017), porém adicionando uma estrutura de vasos sanguíneos detalhada e partindo de escâneres computadorizados. Da mesma forma, os modelos gerados têm como objetivo a manipulação e o estudo de variáveis para possíveis procedimentos cardiovasculares, bem como o estudo e treinamento de profissionais.

A ênfase nas capacidades funcionais e reabilitação de pacientes foi observada principalmente nos estudos de Frade *et al.* (2019), Zangilorami-Raimundo *et al.* (2019), Brito-Gomes *et al.* (2018) e Barbosa *et al.* (2017). Destes, os estudos realizados por Frade *et al.* (2019) e Zangilorami-Raimundo *et al.* (2019), têm como principal público pessoas de idade mais avançada. Frade *et al.* (2019) empregaram o uso do STVR-6 em pessoas com DPOC, o que foi considerado bem-sucedido, aparecendo como uma alternativa ao TC6' convencional. No estudo, os pacientes utilizaram óculos de realidade virtual e um software que permitia a simulação de caminhada em ambientes 3D, obtendo principalmente dados como o número total de passos e o consumo de oxigênio. Por sua vez, Zangilorami-Raimundo *et al.* (2019) utilizaram um software cujo intuito era fazer os pacientes se movimentarem para marcarem pontos, enquanto coletavam dados como pressão arterial e frequência cardíaca, visando a comparação destas medidas em diferentes grupos. Tal estudo verificou que idosos fisicamente ativos têm capacidades funcionais melhores do que idosos sedentários, o que também depende de outros fatores externos. Ambos estudos provaram que a utilização de tecnologias de RV para grupos de pacientes idosos mostra sinais significativamente positivos, pois fornecem dados concretos sobre suas capacidades físicas e provam a importância que a atividade física tem na prevenção e combate a doenças cardiovasculares.

Ainda, é destacado no estudo feito por Brito-Gomes *et al.* (2018) o impacto de jogos virtualizados em indivíduos considerados normais, com destaque para o Kinect Sports: Boxing, disponível no Microsoft Kinect, sendo no estudo específico adultos jovens considerados normotensos. Neste, os indivíduos são agrupados de acordo com a ferramenta utilizada, sendo divididos em grupos estruturados e não estruturados. Neste, são coletados dados e medidas funcionais como pressão arterial e frequência cardíaca, porém a hipótese do estudo não é confirmada, com as ferramentas de jogos eletrônicos com auxílio

de técnicas de RV não promovendo variações significativas nas medidas. É sugerido ainda a realização de um estudo semelhante que utilize um grupo comparativo com pessoas que possuam alguma complicação cardiovascular, o que supostamente traria resultados diferentes. Já no trabalho de Barbosa *et al.* (2017), são coletados os mesmos dados dos pacientes, também utilizando o sensor de movimentos Kinect, com o jogo eletrônico Kinect Sports: Boxing, assim como um dos grupos de indivíduos do estudo de Brito-Gomes *et al.* (2018), variando a forma de realização, tendo um grupo em pé e outro sentado em uma cadeira de rodas. O estudo visava principalmente validar a utilização de tal ferramenta como uma forma efetiva de comparativo de dados funcionais, e os resultados finais foram considerados satisfatórios.

Em um âmbito geral, pode-se concluir que as principais técnicas de RV utilizadas na área cardiovascular, giram em torno de sensores de captura de movimentos, normalmente aliados a jogos eletrônicos, sendo utilizados principalmente para obtenção de dados e métricas dos pacientes, e possivelmente aparecendo como alternativas muito mais completas aos programas de avaliação convencionais. É destacado ainda o uso de tais tecnologias na simulação de modelos tridimensionais, o que foi provado ser extremamente eficiente para treinamento de profissionais e compreensão de padrões e características únicas vistas em escâneres e exames de cada paciente, o que traz segurança na atuação de profissionais e no diagnóstico de possíveis problemas. Sugere-se, para pesquisas futuras, uma revisão sobre tecnologias de realidade virtual com foco na reabilitação de pacientes infantis com complicações cardiovasculares, visto que pouco material foi encontrado sobre o tema e as pesquisas tiveram um público participante normalmente fora desta faixa de idade.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Rhennan R. *et al.* Comparação das alterações cardiovasculares e dos equivalentes metabólicos durante a prática de videogames ativos: em pé e sentado em cadeiras de rodas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 11, n. 66, p.329-335, 2017. Disponível em: <<https://doaj.org/article/7ac624646cf94535981cb255fba87435>>. Acesso em: 26 de abr. de 2021.

BOND, Samantha *et al.* **Exergaming and Virtual Reality for Health: Implications for Cardiac Rehabilitation**, Current Problems in Cardiology, Chicago, Illinois, Estados Unidos, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0146280619301458>>. Acesso em: 12 de set. de 2020.

BRITO-GOMES, Jorge L. de *et al.* Active videogames promotes cardiovascular benefits in young adults? Randomized controlled trial. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 62-69, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32892018000100062&lang=pt>. Acesso em: 22 de abr. de 2021.

BUCIOLI, Arthur *et al.* 3D Heart Reconstruction using Thoracic Computer Tomography for Computational Holography Applications. **Proceedings of the 2017 International Conference on Health Informatics and Medical Systems**, Uberlândia, p. 151-154, 2017. Disponível em: <<https://csce.ucmss.com/cr/books/2017/LFS/CSREA2017/HIM3226.pdf>>. Acesso em: 16 de abr. de 2021.

CACAU, Lucas de A. P. *et al.* The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São José do Rio Preto, v. 28, n. 2, p. 281-289, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-76382013000200018&lang=pt>. Acesso em: 12 de set. de 2020.

DINIZ, Ivando S. Realidade Virtual Aplicada a Medicina: Simulador de Caminhada Para análise da Frequência Cardíaca. Escola Regional de Computação Aplicada à Saúde (ERCAS), Niterói, n. 6, p. 14-17, 2018. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/ercas/article/view/2819>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.

DORES, Artemisa R. *et al.* Realidade virtual na reabilitação: por que sim e por que não? Uma revisão sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, Porto, Portugal, v. 25, n. 6, p. 414-421, 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65732/2/87976.pdf>>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

FRADE, Maria C. M. *et al.* Reproducibility and Validity of the 6-Minute Stationary Walk Test Associated With Virtual Reality in Subjects With COPD. **Respiratory Care**, v. 64, n. 4, p. 425-433, 2019. Disponível em: <<http://rc.rcjournal.com/content/64/4/425.full>>. Acesso em: 17 de abr. de 2021.

KIRNER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações**. 1. ed. Porto Alegre: Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

MOREIRA, Walter. Revisão de literatura e desenvolvimento científico: conceitos e estratégias para confecção. **Revista Janus**, Lorena, v.1, n. 1, p. 21-30, 2004. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/19/o/Revis_o_de_Literatura_e_desenvolvimento_cient_fico.pdf>. Acesso em: 22 de set. de 2020.

PEREZ-GUTIERREZ, Byron *et al.* Immersive and Non-Immersive VR Percutaneous Coronary Intervention Simulation for Acute Myocardial Infarction. **2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**, Vancouver, Canadá, p. 1-4, 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9201902>>. Acesso em: 29 de abr. de 2021.

POMPEU, José Eduardo *et al.* Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico: Uma revisão sistemática. **Motricidade**, Ribeira de Pena, v. 10, n. 4, p. 111-122, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-107X2014000400012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

SANTOS, Joyce A. A. dos; CALLES, Ana C. N. Uso da realidade virtual na reabilitação de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: uma revisão. **Ciências Biológicas e de Saúde Unit.**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 83-96, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/fitsbiosauade/article/viewFile/4204/2606>>. Acesso em: 17 de set. de 2020.

SCHIAVON, Sandra Helena. **Aplicação da revisão sistemática nas pesquisas sobre formação de professores**: uma discussão metodológica. 2015. 95f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2015.

SCHORR, Maria Claudete. **Pcomp-Model: desenvolvendo o pensamento computacional na educação básica para auxiliar na aprendizagem de algoritmos e programação do ensino superior**. 2020. 184f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/219372>>. Acesso em: 28 de abr. de 2021.

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. 1. ed. Porto Alegre: Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

XIE, Zhijun *et al.* Kinetic Simulation of Cardiac Motion with Patient-Specific Coronary Artery Vessels Attached for PCI Simulator. **2017 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)**, Zhengzhou, China, p. 354-359, 2017. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8719189>>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

ZANGILORAMI-RAIMUNDO, Juliana *et al.* Contrasting performance between physically active and sedentary older people playing exergames. **Medicine**, Baltimore, n. 98, v. 5, p. 1-8, 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6380728/>>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.