



## Um estudo sobre o desconforto dos óculos de realidade virtual como: Uma revisão sistemática

### A study on the discomfort of virtual reality glasses: A systematic review

DOI: 10.56238/isevjhv3n2-014

Recebimento dos originais: 14/02/2024

Aceitação para publicação: 05/03/2024

#### **Giácomo Antônio Althoff Bolan**

Cientista da Computação pela Universidade do Extremo Sul de Catarinense – UNESC,  
Criciúma/ SC

Docente na UNESC no Campus de Criciúma nos cursos de Ciência da Computação e Design de  
Produtos

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação  
(PPGTIC) da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Araranguá

E-mail: kinhobolan@gmail.com.br

#### **Eliane Pozzebon**

Doutora em Engenharia Elétrica com ênfase em Automação e Sistemas na Universidade Federal  
de Santa Catarina

Docente do Departamento de Computação da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,  
Campus Araranguá

E-mail: eliane.pozzebon@ufsc.br

#### **Antônio Reis de Sá Júnior**

Graduação em Medicina pela Universidade Federal de Juiz de Fora

Mestre e Doutor em Ciências no Programa de Psiquiatria pela Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo

Médico psiquiatra com título de especialista pela Associação Brasileira de Psiquiatria

E-mail: antoniorsjr@gmail.com

#### **RESUMO**

O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão sistemática da literatura sobre inovações tecnológicas quanto a utilização dos óculos de Realidade Virtual e o possível desconforto. A partir dos conceitos como “*cybersickness*” e “*motion sickness*”, teremos um ponto inicial para aprofundarmos o conhecimento sobre os efeitos, como de enjoos, dores de cabeças dentre outros quando da utilização dos óculos de realidade virtual. A metodologia empregada nesta revisão sistemática e análise bibliométrica focou no desconforto associado ao uso de óculos de realidade virtual (RV). A pesquisa adotou uma análise quantitativa dos dados e informações disponíveis sobre o tema, visando compreender os efeitos como náuseas, dores de cabeça, entre outros, quando da utilização dos óculos de RV. Os resultados obtidos na revisão abordaram diversos aspectos do uso da RV, incluindo a promessa da RV imersiva ser segura e eficaz para aplicação em idosos, sem registros significativos de sintomas de doença de simulação. A pesquisa destacou a importância de compreender as necessidades e satisfação dos usuários no processo de design e implementação de soluções em RV, evidenciando como a RV pode desempenhar um papel significativo em contextos variados, desde a avaliação de pré-ocupação em idosos até o treinamento e redução dos sintomas da cinetose usando tecnologias de RV. Além disso, foi investigado se características individuais do equilíbrio e tendência à cinetose estão relacionadas à vulnerabilidade à doença cibernética, um efeito colateral causado pelo uso de realidade virtual com



displays montados na cabeça. Em suma, esta revisão sistemática contribuiu para a compreensão do desconforto associado ao uso de óculos de RV, explorando estratégias para minimizar os efeitos adversos e melhorar a experiência do usuário, com o objetivo de aumentar a adoção dessa tecnologia em diversas áreas.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada, Realidade virtual, *Cybersickness*, *Motion Sickness*.

## 1 INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) têm despertado crescente interesse na comunidade científica e mercantil devido à sua capacidade de proporcionar experiências imersivas e interativas aos usuários. No entanto, o uso prolongado de óculos de realidade virtual pode causar desconforto e tontura em algumas pessoas, o que pode afetar negativamente a experiência do usuário e limitar a adoção dessa tecnologia em diversos contextos. Esses efeitos colaterais, de acordo com CHUL CHUN, et al. (2023), conhecidos como "*cybersickness*" ou "*simulator sickness*", são semelhantes aos sintomas de enjoo de movimento experimentados durante viagens de carro, avião ou barco. É fundamental compreender os efeitos colaterais associados ao uso prolongado de tecnologias imersivas, como a realidade virtual, e desenvolver estratégias para minimizá-los. Isso não apenas melhora a experiência do usuário, mas também aumenta a adoção dessas tecnologias em diferentes campos, como jogos, entretenimento, educação e treinamento. Ao superar os desafios relacionados ao desconforto e à tontura, poderemos explorar todo o potencial dessas tecnologias e abrir novas possibilidades de interação e imersão para os usuários.

As seções do presente artigo estão organizadas em Introdução, a qual apresenta o interesse crescente em Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), discutindo os efeitos colaterais como "*cybersickness*" e a importância de desenvolver estratégias para minimizar esses desconfortos para melhorar a experiência do usuário e facilitar a adoção dessas tecnologias; Referencial Teórico, que explica conceitos fundamentais sobre RV e RA, a tecnologia por trás delas, e como essas inovações estão sendo aplicadas em diversos campos, como jogos, treinamento militar, e saúde. Discute também o potencial dessas tecnologias em transformar a interação digital e seus benefícios em áreas específicas; Metodologia: descreve o processo de revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica utilizados para compilar e analisar os dados sobre o desconforto associado ao uso de óculos de RV, incluindo a seleção de artigos, critérios de inclusão e exclusão, e abordagens para análise dos dados; Análise e Discussão dos Resultados: apresenta os resultados obtidos da revisão, destacando as principais descobertas sobre os efeitos do uso



prolongado de óculos de RV, como “*cybersickness*”, e discute as estratégias sugeridas pela literatura para mitigar esses efeitos adversos; **Considerações Finais**: resume os achados principais da revisão, enfatizando a importância de entender e mitigar o desconforto causado pelo uso de óculos de RV para ampliar sua adoção. A Revisão Sistemática destaca também a necessidade de mais pesquisas para explorar plenamente o potencial da RV e RA em diferentes áreas; **Referências**: lista todas as fontes bibliográficas consultadas para a elaboração da revisão sistemática, fornecendo um recurso abrangente para leitores interessados em explorar mais profundamente qualquer um dos tópicos discutidos.

A pesquisa tem como objetivo verificar a possibilidade de desconforto ao usar óculos de RV, aplicando um questionário a um determinado número de pessoas para avaliar os resultados com o fim de melhorar a experiência do usuário e aumentar a adoção da tecnologia em diferentes áreas. Isso é essencial para explorar todo o potencial da RV e abrir novas possibilidades de interação e imersão para os usuários, transformando significativamente áreas como saúde, educação e entretenimento. Este estudo visa profundamente analisar as causas e os efeitos do enjoo de movimento induzido pela realidade virtual, através da aplicação de um questionário abrangente a indivíduos de variados perfis demográficos, incluindo idade, gênero e experiência prévia com tecnologias de realidade virtual. A coleta e análise metódica dos dados têm o propósito de identificar padrões específicos de desconforto e as condições sob as quais eles ocorrem, permitindo não apenas a elaboração de recomendações para mitigar tais efeitos, mas também o aprimoramento da concepção de experiências imersivas. Este estudo se insere num contexto de rápida evolução tecnológica e adoção crescente de ambientes virtuais, destacando-se pela sua contribuição significativa para o campo da interação humano-computador, orientando desenvolvedores, designers e pesquisadores na criação de soluções mais confortáveis e envolventes para os usuários.

## 2 REREFENCIAL TEÓRICO

A realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA) têm se mostrado promissoras em diversas áreas, incluindo educação, saúde e entretenimento, devido à sua capacidade de proporcionar experiências imersivas e interativas. No entanto, a adoção dessas tecnologias ainda enfrenta desafios relacionados ao desconforto e à tontura que alguns usuários experimentam, conhecidos como “*cybersickness*”.

De acordo com Mahmood et al. (2018), a realidade virtual é uma tecnologia que cria ambientes virtuais realistas e multissensoriais, permitindo a interação do usuário com o ambiente virtual e promovendo mudanças físicas nele. Essa tecnologia tem sido amplamente utilizada em



áreas como jogos, treinamento militar e saúde. No contexto da saúde, Tseng e Giau (2021) destacaram o potencial da RV imersiva como promissora e segura para aplicação em idosos, sem registros significativos de sintomas de "*simulator sickness*". Isso indica a importância de compreender as necessidades e a satisfação dos usuários no processo de design e implementação de soluções de RV, enfatizando como a RV pode desempenhar um papel significativo em contextos variados. Além disso, Chul Chun et al. (2023) associaram os efeitos colaterais da RV, como o "*cybersickness*", aos sintomas de enjoo de movimento, sugerindo a necessidade de investigar mais a fundo as condições de desenvolvimento dessa síndrome para melhorar a experiência dos usuários e facilitar a adoção da tecnologia. Outra pesquisa relevante é a de Kourtesis et al. (2022), que desenvolveu duas versões do Questionário de Doença Cibernética em RV (CSQ-VR) para avaliar a validade e a comparação com o "*Simulator Sickness Questionnaire*" (SSQ) e o "*Virtual Reality Sickness Questionnaire*" (VRSQ). Esse estudo fornece uma ferramenta útil para medir e entender o "*cybersickness*" em ambientes de RV.

## 2.1 A UTILIZAÇÃO DE ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL E "*CYBERSICKNESS*" OU "*MOTION SICKNESS*"

A utilização de óculos de realidade virtual (RV) tem ganhado cada vez mais popularidade nos últimos anos, proporcionando aos usuários uma experiência imersiva em ambientes virtuais. No entanto, uma questão que muitas pessoas enfrentam ao utilizar essa tecnologia é a sensação de desconforto conhecida como "*cybersickness*" ou "*motion sickness*" (enjoo de movimento).

O *cybersickness* é uma condição semelhante ao enjoo de movimento que algumas pessoas experimentam ao utilizar dispositivos de realidade virtual, como óculos VR. Essa sensação ocorre quando há uma discrepância entre os movimentos que o usuário percebe através dos óculos e os movimentos físicos que ele realiza no mundo real, isso pode desencadear uma resposta de enjoo e desconforto.

As principais causas do "*cybersickness*" estão relacionadas à forma como o cérebro processa as informações sensoriais. Durante a utilização dos óculos de realidade virtual, o cérebro recebe sinais visuais que indicam movimento, mas o sistema vestibular, responsável pelo equilíbrio e pela percepção espacial, não detecta os mesmos movimentos. Essa discrepância entre os sentidos pode levar ao "*cybersickness*".

Além disso, fatores como latência dos dispositivos de VR, baixa resolução das imagens, movimentos rápidos e desorientação espacial também podem contribuir para o surgimento do



“*cybersickness*”. Cada pessoa reage de forma diferente e a intensidade do enjoo pode variar de leve a incapacitante, dependendo do indivíduo e do tipo de experiência em realidade virtual. Para minimizar o “*cybersickness*”, os desenvolvedores de tecnologia de realidade virtual estão trabalhando em melhorias contínuas. Isso inclui reduzir a latência dos dispositivos de VR, melhorar a qualidade das imagens e implementar técnicas de rastreamento de movimento mais precisas. Essas melhorias ajudam a reduzir a discrepância sensorial e, conseqüentemente, a ocorrência de enjoo de movimento.

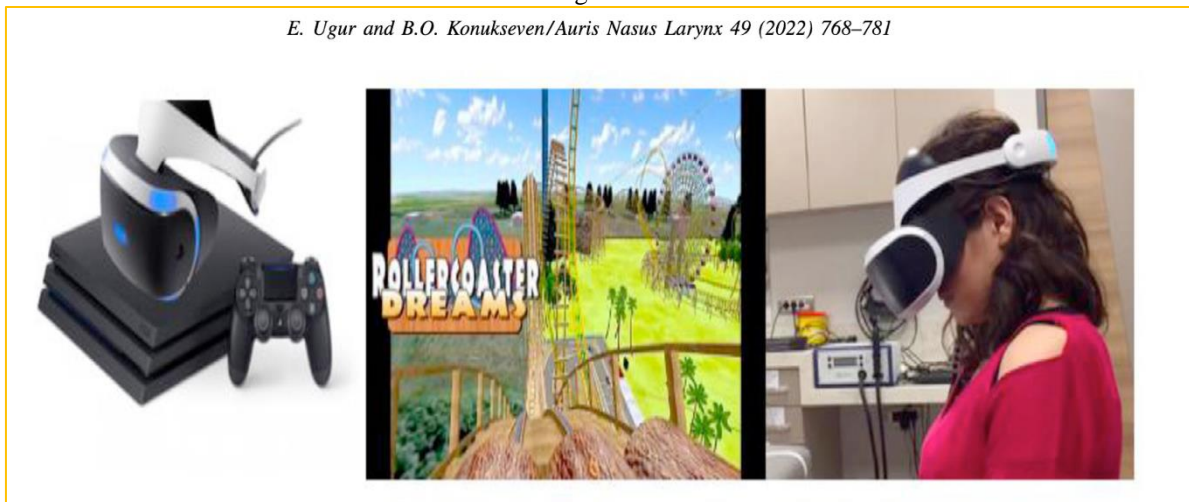
Existem estudos relacionados como de acordo com KOACH, et al (2018), há um novo fenômeno da “*motion sickness*”, em que jogar videogames complexos em telas grandes ou usar fones de ouvido de realidade virtual (VR) podem levar a sintomas surpreendentemente semelhantes aos do enjoo clássico, mesmo que as pessoas afetadas não estejam fisicamente em movimento. Já em 1994, em um estudo com 146 voluntários, 61% dos probandos desenvolveram sintomas de mal-estar durante um período de imersão em RV de 20 minutos. Acredita-se que os jovens, especialmente as crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 12 anos, e as mulheres sejam mais susceptíveis à cinetose, o que significa que os sintomas induzidos por simulações computacionais são particularmente significativos para este grupo. Seja qual for o cenário que leva ao enjoo de movimento, muitas vezes é necessário que a pessoa afetada realize tarefas de controle ativo em cenários de movimento rápido ou na tela. Exemplos nesse sentido são o condutor que tem de intervir num automóvel autónomo, o piloto de drones numa situação complexa ou o operador de um sistema operativo de realidade virtual. A fim de garantir que essas tarefas de controle sejam realizadas com segurança, as questões críticas são se e quando ocorrem reduções relevantes no estado de alerta e na competência, e se estas são notadas antes de os sintomas de náusea se abaterem de forma generalizada.

Outro estudo, como o de SALIMI e FERGUSON-PELL, (2021), investigou o efeito do treinamento em Realidade Virtual (RV) na redução da cinetose induzida visualmente (VIMS) em 14 participantes saudáveis. Foram realizadas até quatro sessões de treinamento e os resultados foram avaliados por meio de declarações explícitas dos participantes e do Questionário de Avaliação da Cinetose (MSAQ). Foi observado que a cinetose total, gastrointestinal e central diminuíram significativamente ao longo das sessões de treinamento. Após a adaptação ao enjoo, os participantes realizaram testes de agilidade em RV e no mundo real, avaliando seu nível de enjoo e presença virtual. Os resultados mostraram que os sistemas de RV testados geraram pouco enjoo de movimento e altos escores de presença virtual, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Além disso, foi demonstrado que a presença virtual está negativamente

correlacionada com a VIMS. Esses resultados indicam que o treinamento em RV pode ajudar a reduzir o enjoo de movimento e melhorar a experiência do usuário em ambientes de RV.

De acordo com UGUR e KONUKSEVEN, (2022), A cinetose é desencadeada por incompatibilidades nas vias autonômicas visual-vestibulares, mesmo em indivíduos com estruturas vestibulares, visuais e somatossensoriais saudáveis. A tecnologia de Realidade Virtual (RV) pode ser utilizada para fins de reabilitação, permitindo interações em ambientes virtuais que simulam a vida real. Esses sistemas podem monitorar a cinemática do movimento e simular sensações táteis. No entanto, pessoas com sensibilidade à cinetose podem ser facilmente desencadeadas por estímulos indiretos em aplicações de RV. Na reabilitação vestibular, os estímulos que desencadeiam os sintomas também podem ser usados para aumentar as habilidades de adaptação. Assim, os sistemas de RV podem auxiliar na adaptação a situações de incompatibilidade visual-vestibular, proporcionando exposição gradual a estímulos específicos. O arco VOR (reflexo vestibulo-ocular) saudável é um componente essencial do sistema de equilíbrio, sendo necessário para a estimulação contínua durante os movimentos da cabeça e a reorganização do ângulo visual.

Figura 1:



Fonte: Ugur e Konukseven, (2022).

Segundo KIM, et al, (2018), que investigou os efeitos colaterais de dispositivos de Realidade Virtual (RV), como simuladores, com foco no enjoo de movimento. Foi utilizado o questionário de doença do simulador (SSQ), tradicionalmente usado para medir o enjoo de movimento em simuladores. Vinte e quatro usuários realizaram tarefas de seleção de alvos em um ambiente de RV, sendo o SSQ administrado imediatamente após cada tarefa. O SSQ foi revisado para desenvolver um questionário específico para a doença de RV, que serve como índice de



medição nesse ambiente. Além disso, foi observado que o método de seleção do alvo e o tamanho do botão são fatores significativos que afetam o enjoo de movimento em um ambiente de RV. Os resultados do referido estudo podem ser utilizados para medir e projetar a doença do simulador ao utilizar dispositivos de RV em estudos futuros.

A cinetose, de acordo com CHUL CHUN, et al, (2023), também conhecida como "mal do movimento", é uma síndrome caracterizada principalmente por náuseas e enjoo causados por conflito sensorial. A prevalência da cinetose é alta na população, principalmente entre as mulheres, mas os mecanismos neurais responsáveis por ela ainda não estão totalmente compreendidos. Com o crescimento da tecnologia, a cinetose também ocorre em ambientes virtuais, como simuladores e experiências de realidade virtual, sendo conhecida como "*cybersickness*" ou "*virtual reality sickness*". A cinetose é um obstáculo para a imersão em ambientes virtuais, e entender suas condições de desenvolvimento é essencial para oferecer bons serviços de realidade virtual. Modelos de provocação de cinetose, como a estimulação labiríntica e o uso de cadeiras rotatórias, foram utilizados para estudar a doença e desenvolver terapias; tendo como objetivo comparar os sintomas de cinetose provocados por estímulos de realidade virtual em voluntários com e sem histórico da doença, além de investigar a influência de diferentes estímulos visuais na geração dos sintomas.

Outro estudo, realizado por PÖHLMANN, O'HARE e FÖCKER (2021), apontam que o gênero e a experiência em jogos virtuais podem afetar a doença da RV induzida por estímulos de movimento aparentes. Mulheres experimentaram significativamente mais doença de RV neste estudo em comparação com homens e classificaram sua suscetibilidade à cinetose maior em comparação com homens. Nem o sexo nem a experiência prévia de videogames tiveram um efeito sobre a magnitude dos movimentos da cabeça provocados pelos participantes ao longo do experimento. Os sinais de movimento percebidos pelas ilusões neste estudo podem não ter sido fortes o suficiente para provocar movimentos da cabeça relacionados ao estímulo visual. Além disso, a experiência de jogo anterior parecia ter um efeito de adaptação positivo nas mulheres, mas o efeito oposto nos homens. Essa interação entre gênero e tipo de jogador sugeriria que vários fatores adicionais também poderiam influenciar a experiência da doença de RV, como o tipo de ambiente virtual que é apresentado. Isso dificulta a decisão sobre a melhor forma de projetar um ambiente virtual para torná-lo acessível a todos. Treinar indivíduos primeiro, usando ambientes indutores de doenças sem doença, antes de mergulhá-los em um ambiente virtual complexo em RV pode ser um método eficaz na redução de sintomas adversos. No entanto, um método menos demorado para o usuário seria a opção de configurações diferentes dentro de jogos VR, permitindo



que o jogador escolha uma opção menos indutora de doenças no jogo, por exemplo, reduzindo a velocidade em que o jogo é jogado. Além disso, ilusões otimizadas são recomendadas como estímulos para a investigação da doença da RV causada por conflitos entre os sistemas sensoriais, uma vez que minimizam alguns conflitos para sua acomodação.

De acordo com ZHANG, (2020), em sua pesquisa, foi investigado os efeitos secundários da utilização de fones de ouvido de realidade virtual (VR) em jogos, analisando diferentes taxas de quadros por segundo (FPS), taxas de atualização e cenários de cena. Os sintomas comuns relatados pelos participantes incluíram desconforto geral, dor de cabeça, dor de estômago, náuseas, sudorese, cansaço e desorientação. Os resultados indicaram que baixos FPS, baixas taxas de atualização e imagens realistas aumentaram a probabilidade de desconforto nos jogadores. Jogos de luta e tiro também foram identificados como propensos a causar desconforto. Quando os fones de ouvido VR projetam imagens na frente dos olhos, o cérebro do usuário cria uma imersão completa na realidade virtual. No entanto, os movimentos visuais das cenas podem induzir enjoo e sensação de movimento.

A utilização inadequada dos fones de ouvido VR pode levar a problemas graves, como perda de consciência do mundo real, enjoo, tontura, náuseas, dores de cabeça, convulsões, tropeços, quedas, desconforto e lesões por estresse repetitivo. Esses problemas são conhecidos como "cybersickness" ou doença de simulador. O conflito entre estímulos sensoriais é uma das principais causas dessa condição e a taxa de atualização do dispositivo de exibição é um fator técnico importante para o enjoo de movimento, pois baixas taxas de atualização podem resultar em imagens instáveis e desencadear enjoo. Os fabricantes de VR têm se esforçado para melhorar esse aspecto, aumentando as taxas de atualização dos fones de ouvido para minimizar os sintomas adversos.

Embora muitos estudos tenham investigado as causas do enjoo de movimento em RV, poucos analisaram as reações individuais à cinetose com base na experiência do usuário. Nesse sentido, o estudo realizou um questionário para investigar os sintomas adversos em diferentes jogos, FPS, taxas de atualização e cenários, além de discutir possíveis melhorias nos dispositivos e jogos de RV. Pode ser verificado que a utilização de fones de ouvido de realidade virtual para jogos pode levar a diferentes reações em diferentes pessoas. O estudo identificou que FPS baixos, baixas taxas de atualização e imagens realistas podem aumentar o desconforto e a pesquisa realizada destacou a importância de melhorar a experiência do usuário por meio de avanços técnicos nos dispositivos e jogos de VR.





No estudo apresentado por GEMERT e BERSTROM (2022), apesar de décadas de pesquisa sobre o enjoo de movimento em realidade virtual (RV), é exposto que ainda não há um entendimento claro de como essas diferenças podem ser explicadas. Vários fatores relacionados ao software, dados demográficos e hardware foram identificados como influências na suscetibilidade à doença de RV. Ao projetar uma técnica de locomoção em RV, é importante considerar os possíveis riscos de doença de RV, e durante a avaliação da técnica, é fundamental identificar claramente quais aspectos precisam ser aprimorados.

Embora tenham sido feitas muitas pesquisas sobre o enjoo de movimento em RV, ainda não há um consenso sobre suas causas exatas. É crucial considerar diversos fatores, como software, dados demográficos e hardware, ao projetar e avaliar técnicas de RV. A compreensão aprofundada desses aspectos é necessária para melhorar a experiência do usuário e reduzir os riscos de doença de RV.

Segundo NOH, PARK e KIM (2022), A principal causa da cinetose, também conhecida como enjoo de movimento, é o descompasso sensorial entre a estimulação visual e vestibular. Quando há inconsistência nas informações sensoriais, como no exemplo de estar dentro de uma cabine de navio onde o movimento relativo não é visível, pode ocorrer um enjoo de movimento intenso. Mesmo em um convés aberto, o enjoo do mar ainda pode ser significativo devido à falta de correspondência entre o feedback visual, como o movimento das ondas do oceano.

A doença cibernética, ou doença de simulador, é semelhante à doença de movimento, mas ocorre quando se utiliza um simulador de movimento em vez de um veículo em movimento real. Nesse caso, também é causada pelo descompasso sensorial, porém de forma inversa. O corpo do usuário geralmente está estacionário, mas o feedback visual apresenta componentes dinâmicos, como os encontrados em montanhas-russas.

Tanto a cinetose quanto a doença cibernética são causadas pelo descompasso sensorial entre a estimulação visual e vestibular. O enjoo de movimento ocorre quando há uma inconsistência entre esses estímulos sensoriais, podendo ser intensificado em situações em que o movimento relativo não é visível. A compreensão dessas causas é importante para mitigar esses efeitos adversos ao projetar experiências em realidade virtual e simuladores de movimento.

Outra pesquisa realizada por LAESSOE, et al, (2023), examinou os efeitos colaterais do uso de dispositivos de visualização montados na cabeça (HMD) em realidade virtual (RV), conhecidos como "cybersickness" ou ciberenjoo. O objetivo era explorar as características individuais de equilíbrio e a tendência autorrelatada à cinetose que poderiam estar relacionadas à vulnerabilidade ao "cybersickness". Foram selecionados 45 jovens saudáveis, que foram expostos



a uma aplicação de RV com HMD por quatro minutos, permanecendo em pé sem suporte. As características de equilíbrio foram medidas antes (teste de orientação sensorial) e durante (plataforma de equilíbrio) a exposição à RV. Os sintomas de "cybersickness" foram registrados por meio do questionário de cinetose do simulador (SSQ). Os dados foram analisados considerando subgrupos com e sem tendência à cinetose.

Os resultados mostraram que os participantes foram afetados negativamente pela exposição à RV, com um aumento significativo nos sintomas de "cybersickness" conforme medido pelo SSQ. A maioria dos participantes (73%) relatou aumento do desconforto. As pontuações de náusea e desorientação no SSQ foram afetadas, mas não a pontuação de perturbação oculomotora. Surpreendentemente, os participantes relataram desconforto já após a avaliação inicial do equilíbrio no teste de orientação sensorial. Os participantes com tendência autorrelatada à cinetose foram mais afetados por esse desafio à integração sensorial. Sendo observada instabilidade postural aumentada durante a exposição à RV, mas houve uma variância individual considerável na resposta postural.

No entanto, o estudo não identificou características individuais de equilíbrio que pudessem estar associadas à vulnerabilidade ao "cybersickness". Além disso, foi descoberto que o efeito adverso do teste de orientação sensorial se tornou um viés, reduzindo as diferenças de subgrupos na vulnerabilidade ao "cybersickness".

"Cybersickness", de acordo com KYOUNG-MI, et al, (2022), refere-se aos efeitos colaterais desconfortáveis, como dores de cabeça, tonturas e náuseas, sentidos ao experimentar a realidade virtual (RV). A pesquisa investigou a "cybersickness", em pessoas com sensibilidade à doença do movimento usando eletroencefalografia (EEG), o Questionário de Enjoo de Simulador (SSQ) e conteúdo simples de RV. Com base nos escores do Questionário de Suscetibilidade à Doença do Movimento (MSSQ), 40 homens na faixa dos vinte anos foram selecionados como o grupo sensível, 20 homens e o grupo não sensível de 20 homens. O experimento continha duas condições: uma condição de linha de base que representava um estado de descanso e uma condição de "cyber sensibilidade" na qual assistir a conteúdo de RV induzia a essa sensibilidade. O escore do SSQ aumentou significativamente após assistir ao conteúdo de RV em ambos os grupos. O grupo sensível apresentou potência absoluta significativamente menor nas bandas beta e gama do que o grupo não sensível. A condição de sensibilidade mostrou aumento significativo de delta e diminuição de alfa em comparação com a condição de linha de base.

Outro estudo sobre a "cybersickness", realizado por ALIREZA, et al (2018), expõe que evidências existentes sugerem que a "cybersickness" pode ser clinicamente diferente da cinetose



"clássica" induzida por movimento; no entanto, essas evidências foram obtidas em estudos separados que se concentraram em apenas uma das duas condições. Estudo teve como objetivo comparar diretamente os sintomas subjetivos e os efeitos fisiológicos da cinetose induzida por movimento físico e pelo uso da realidade virtual (RV) nos mesmos indivíduos. Foram utilizados dois métodos de estimulação: acoplamento cruzado de "Coriolis" que é um movimento físico e um passeio em um parque de diversões (RV), sendo que 30 voluntários saudáveis foram expostos aos dois estímulos em dias separados.

Durante as exposições, foram registradas as pontuações de náusea e, após os experimentos, os participantes preencheram o questionário de avaliação de cinetose (MSAQ) para avaliar os sintomas subjetivos. Além disso, foram medidos os níveis tônicos e fásicos da condutância da pele da testa (SCL) antes e durante a exposição em ambos os métodos.

Os resultados mostraram que os tempos de início da náusea e as classificações máximas de náusea estavam correlacionados significativamente durante ambas as provocações. O perfil de sintomas avaliado pelo MSAQ revelou correlações substanciais entre as pontuações totais de sintomas e entre os diferentes clusters de sintomas, bem como entre sintomas individuais avaliados em ambas as condições. Ambas as provocações resultaram em aumento do nível tônico de SCL associado à náusea, com uma correlação estreita entre as condições. Além disso, houve um aumento significativo na amplitude dos transientes de condutância da pele fásicos em ambos os experimentos.

Com base nesses resultados, apresentados por ALIREZA, et al (2018), pode ser observado que os sintomas e as alterações fisiológicas que ocorrem durante o "cyber" enjoo e a cinetose clássica são bastante semelhantes, pelo menos nos estágios avançados dessas condições. Isso indica que as duas condições podem compartilhar mecanismos semelhantes de desencadeamento e manifestação dos sintomas.

Ainda, em outra pesquisa, realizada por KIM, et al (2020), em que aborda a doença cibernética, conhecida como enjoo de movimento induzido visualmente (VIMS), que ocorre em ambientes de realidade virtual (RV) devido ao desequilíbrio corporal causado pelo movimento autogerado. O objetivo principal foi de estimar o score do VIMS em relação ao conteúdo e calcular sua sensibilidade temporal. Para isso, propõe-se uma arquitetura composta por duas redes consecutivas: uma para imitar o mecanismo neurológico do enjoo de movimento e outra para expressar características espaciais e temporais nos quadros gerados. O modelo treinado pode calcular a sensibilidade do VIMS para cada quadro do conteúdo de RV usando abordagem fracamente supervisionada. Além disso, é lançado um grande banco de dados de conteúdo de RV.

Nos experimentos, a estrutura proposta apresenta excelente desempenho na previsão do escore do VIMS em comparação com métodos existentes, incluindo abordagens baseadas em aprendizado profundo. Também é proposta uma forma de visualizar a resposta cognitiva aos estímulos visuais e demonstrar a ativação da doença de forma semelhante aos estudos clínicos.

Devido ao rápido crescimento na tecnologia de Realidade Virtual (VR), segundo CHATTHA, et al (2020), é esperado que a indústria de VR cresça cerca de 26.89 bilhões até 2022. No entanto, com seu extenso crescimento e inclusão imersiva na vida humana, são relatados problemas relacionados à saúde, incluindo, mas não se limitando a sensação de náusea, vômito, tontura e suor frio. Esses problemas introduzem um efeito colateral bem conhecido denominado de enjoo de movimento em usuários de VR. Consequentemente, o enjoo de movimento limita a comunidade de VR na adaptação plena dessa tecnologia imersiva.

Figura 2: Uma imagem do ambiente virtual de gênero agradável



Fonte: Chattha, et al (2020).

Figura 3: Uma imagem do ambiente virtual do gênero terror



Fonte: Chattha, et al (2020).

Figura 4: Participante experienta o ambiente virtual e as medidas objetivas estão sendo registradas



Fonte: Chattha, et al (2020).

Uma vez que não há falta de literatura investigando o enjoo de movimento causado por VR, ainda assim, as pesquisas sobre o efeito da VR na fisiologia humana ainda estão em sua infância. Essa pesquisa apresenta novas descobertas, comparando diferentes fatores, como gênero, experiência com enjoo de movimento, experiência com jogos em 3D e experiência em VR. Além disso, relata o impacto dos fatores em um design dentro dos sujeitos sob diferentes gêneros de ambiente virtual. As principais descobertas relatam que há uma diferença significativa na quantidade de enjoo de movimento ao mudar do gênero agradável para o gênero de horror do ambiente e ter uma forte dependência de gênero. Além disso, o tipo de ambiente virtual é um fator essencial que tem um efeito notável na pressão arterial, açúcar no sangue e frequência cardíaca do usuário. No entanto, experiências passadas com enjoo de movimento e jogos em 3D não mostram impacto significativo no nível de enjoo de movimento do usuário.

PARK, YUN e KIM (2023), também expõem que a doença de simulação é um desafio significativo na popularização da realidade virtual (RV), sendo o descompasso sensorial entre os sentidos visual e vestibular a principal causa desse problema. O uso de um quadro de descanso, chamado de quadro “*rest*”, tem se mostrado eficaz para aliviar os sintomas. O nariz virtual tem sido uma opção popular como quadro “*rest*”, mas pode desviar a atenção do conteúdo principal. O estudo realizado propõe o uso de uma região de singularidade de movimento (MSP/R), que é a área da tela com a menor quantidade de movimento no conteúdo de navegação, como quadro de descanso. Acredita-se que visualizar essa região reduzirá o conflito sensorial e os sintomas de doença. Essa região pode ser identificada analisando o conteúdo em relação ao movimento e estimando as regiões com menor fluxo óptico. O efeito de redução da doença VR ao olhar para o MSP/R foi experimentalmente validado em comparação com o nariz virtual. Além disso, constatou-se que o MSP/R é compatível com a direção natural de visualização do usuário, tornando-o menos perturbador para o conteúdo principal. Portanto, o MSP/R é uma opção prática e viável como quadro de descanso para reduzir os sintomas de doença em RV.



A “cybersickness”, ocorre nas mais diversas formas de interação com a realidade virtual, como exposto por WOJCIECHOWSKI, WOJTOWICZ (2022), o fenômeno conhecido como “cybersickness”, também referido como doença de simulação, manifesta-se em usuários de tecnologias de realidade virtual, como é o caso dos pilotos de drones que operam através de visualização em primeira pessoa (FPV). WOJCIECHOWSKI E WOJTOWICZ (2022), exploram como esse problema, que apresenta sintomas similares aos da cinetose — incluindo tontura, náuseas, desorientação espacial e dificuldade de concentração —, vem se tornando uma preocupação crescente com o aumento do uso de drones. Os sintomas da doença de simulação são provocados pela discrepância entre as informações visuais e vestibulares percebidas pelo usuário, levando a um conflito sensorial que resulta em desconforto. Interessantemente, estudos indicam uma suscetibilidade variável a esses sintomas entre usuários civis e militares de drones FPV, com cerca de 80% dos civis experimentando tonturas, sugerindo que a resistência à doença de simulação pode ser um critério na seleção de pilotos de drones. O texto também destaca que a cinetose e a doença de simulação compartilham sintomas, mas diferem em suas causas e características principais, como os sintomas gastrointestinais predominantes na cinetose em contraste com os sintomas oculares na doença de simulação. Fatores como falta de sono, doenças e estresse podem aumentar a suscetibilidade à doença, ressaltando a complexidade das interações entre estímulos visuais, percepção e reações físicas nos ambientes virtuais.

OKUNO, SHIMIZU (2022), introduzem uma abordagem inovadora para mitigar a doença de realidade virtual (RV), que é frequentemente experimentada por usuários de dispositivos de visualização montados na cabeça (HMD). Seu método consiste em aplicar um desfoque seletivo nas imagens apresentadas no HMD, ajustando o nível de borrramento com base no movimento local dentro do campo de visão do usuário, assim como levando em conta o ponto de vista do usuário para preservar a qualidade e a riqueza das imagens. A pesquisa destacou a eficácia do borrramento da visão periférica, em contraste com o desfoque central, que pode não ser sempre benéfico e, às vezes, pode até causar desconforto. Implementando este método de desfoque seletivo, os autores conseguiram reduzir significativamente os sintomas da doença de RV, mantendo ao mesmo tempo uma experiência visual rica e imersiva para o usuário.

Outro estudo realizado por SZPAK, et al, (2022), é o primeiro a comparar diretamente o impacto das pausas na doença de realidade virtual (RV), carga de trabalho percebida, tempo de reação e aprendizado. As descobertas não apoiam a hipótese de que pequenas pausas podem mitigar as sequelas da exposição prolongada à RV. Pausas mais longas, de 40 minutos, são suficientes para reduzir os efeitos secundários de longas exposições contínuas sem pausas, bem



como as sequelas resultantes de exposições repetidas. Os participantes relataram que as pausas repetidas afetaram seu desempenho percebido durante a RV em comparação com exposições contínuas mais longas. Mais investigação é necessária para investigar diferentes durações de pausa na redução de sequelas e na otimização dos horários de treino. A promoção de pausas pode não funcionar para todos e pode até ter desvantagens no desempenho e aumentar os custos logísticos do treinamento. Isso deve ser considerado na implementação de cronogramas de treinamento em RV.

Ainda, conforme ANG e QUARLES (2022), a “*cybersickness*”, ou enjoo induzido visualmente, é um obstáculo significativo para a adoção mais ampla de tecnologias de virtualização. Este estudo investigou como diferentes tipos de terrenos virtuais afetam a doença cibernética em RV. Os participantes navegaram em um ambiente virtual de floresta com três variantes de terreno: superfície plana, chuva com solavancos regulares e terreno irregular gerado pelo ruído de Perlin. Os resultados indicam que os usuários sentiram maiores níveis de “*cybersickness*” na presença de solavancos regulares e terrenos irregulares do que ao atravessar a geometria plana. Os designers devem ter cautela ao incorporar terrenos irregulares em suas experiências virtuais e manter a consciência dos riscos trazidos por essas decisões de design.

Outro artigo publicado por AL-ASHWAL, et al, (2021), discute a doença da realidade virtual “*cybersickness*”, que ocorre durante a exposição a ambientes virtuais e pode causar sintomas semelhantes aos da cinetose, incluindo náuseas e tonturas. Esses efeitos adversos podem afetar negativamente o uso da RV e contribuir para o aumento das taxas de abandono. O objetivo do estudo mencionado é detectar e quantificar objetivamente e subjetivamente a EM usando um simulador de helicóptero, bem como investigar a mudança nos escores autorrelatados em diferentes condições climáticas. O Simulador de Questionário de Doença (SSQ) foi utilizado para a pontuação subjetiva, e a Resposta Galvânica da Pele (RGE) foi analisada como um dado fisiológico. Os resultados mostraram um aumento significativo no escore total do SSQ em condições tempestuosas em comparação com as claras, e uma correlação positiva, mas não significativa, entre a mudança na pontuação do SSQ e a quantidade de RGE.

O conteúdo de realidade virtual (RV), de acordo com KUO, et al, (2021), proporciona uma experiência imersiva que não pode ser alcançada apenas por meio da visualização em tela plana 2D. No entanto, uma proporção de pessoas pode sentir sintomas como tontura, dor de cabeça e náuseas após a exposição à RV. Vários métodos fisiológicos baseados em sinais, como, foram usados para prever a extensão da doença da RV. No entanto, esses métodos enfrentam desafios, como sensibilidade a ruídos e dependência de dispositivos particulares. Portanto, avaliar o grau de



doença da RV por meio da análise do conteúdo da RV é uma abordagem atraente. Um método recente propõe o uso de fluxo óptico para prever o grau de doença da RV ao visualizar vídeos em 360 graus. Um novo conjunto de dados foi coletado para cada aquisição da amostra, em que o usuário responde ao Escore de Desconforto a cada minuto e ao Questionário Simulator “Sickness” (SSQ) no final do teste. O conjunto de dados contém 20 vídeos de 5 minutos em 360 graus, categorizados em quatro níveis diferentes de movimento. O método de predição proposto considera características temporais híbridas derivadas do fluxo óptico, incluindo movimento horizontal, movimento vertical e “*motionanisotropy*”.

Conforme KIM, et al, (2022), existe a falta de resultados de pesquisa definitivos para permitir a criação de métodos para prever ou otimizar os “*trade-offs*” entre a doença de RV e o senso de presença em experiências imersivas de RV. Para ajudar a preencher essa lacuna, é construído um grande banco de dados dedicado à doença/presença de RV (VR-SP) contendo 100 vídeos de RV com classificações subjetivas humanas associadas. Usando esse novo recurso, é desenvolvido um modelo estatístico de mapas de diferença de quadros espaço-temporais e rotacionais para prever a doença da RV. Também é projetado um recurso de movimento excepcional para capturar a sensação de presença. O modelo agregado de RV-SP é capaz de prever a doença de RV com uma precisão de 90% e a presença de RV com uma precisão de 75%.

Segundo LIÃO, et al (2020), apesar das muitas melhorias propostas para melhorar as capacidades dos headsets de VR, um problema que não desapareceu é o enjoo de movimento. O enjoo de movimento em sistemas de VR pode ocorrer após jogar o jogo por apenas 17 minutos. O desenvolvimento do Eletroencefalograma (EEG) permite medir vários efeitos de VR. Usando um EEG, o sistema pode medir ativamente o estado cognitivo do usuário, ao contrário da Interface Cérebro-Computador (BCI), que é comumente usada para medir o estado cognitivo. O uso de EEG com VR possibilita o estudo do processamento de linguagem em um ambiente naturalístico. O processo de aprendizagem ocorre por meio da oferta de palavras apropriadas e inadequadas com base no contexto visual. No campo da detecção de emoções, o EEG pode ser usado para avaliar estratégias de regulação emocional durante a exposição a VR. O EEG em aprendizado profundo tem sido aplicado em muitos campos.

Existem três teorias prevalentes que procuram explicar a causa da doença cibernética de acordo com VENKATAKRISHNAN, et al (2020), como a “Teoria do Conflito Sensorial” que tenta explicar a doença cibernética em termos de descompasso sensorial, a “Teoria do Veneno” que relaciona os sintomas experimentados com aqueles exibidos quando o corpo é envenenado e





a “Teoria da Instabilidade Postural” que explica a doença cibernética como consequência da falha do corpo em manter a estabilidade postural enquanto experimenta novos estímulos.

Embora a causa exata da doença cibernética seja desconhecida a medição, redução, fatores de influência, etc. têm sido amplamente estudados e discutidos no contexto de ambientes virtuais imersivos (IVE's). Muitos fatores que influenciam a doença cibernética, o controle sobre o movimento é um que merece atenção devido ao aumento das aplicações de RV baseadas em viagens.

No mesmo sentido, RAHIMI, BANIGAN e RAGAN (2020), apresentaram uma pesquisa que discute a importância de facilitar técnicas simples e fáceis de usar para viajar e visualizar em realidade virtual (VR). O artigo explica que, embora as técnicas de interação realistas sejam geralmente preferidas, tipos menos realistas de interação podem ser benéficos em alguns casos. O artigo então discute técnicas para mostrar transições visuais entre dois pontos de vista na VR, o que pode afetar o conforto e a consciência espacial do espectador. O artigo descreve um experimento realizado para comparar diferentes variações dessas técnicas e coletar dados empíricos sobre suas compensações.

Três técnicas foram avaliadas: teletransporte, interpolação animada e interpolação pulsada. Com base nos resultados do estudo, os autores selecionaram as melhores variações para cada técnica. Em quatro experimentos com transições de cena em Realidade Virtual (RV) com “*Head-Mounted Displays*” (HMDs) rastreados, foram descobertos que as mudanças de cena com transições de rotação usando teletransporte são mais facilmente rastreadas pelos participantes. As mudanças de ponto de vista envolvendo translação e rotação foram mais difíceis de rastrear do que qualquer tipo individual de mudança. Interpolações animadas permitiram uma compreensão espacial melhor das três técnicas testadas, mas foram consideradas piores em termos de doença. Recomenda-se usar uma combinação de diferentes técnicas baseadas na cena e no ponto de vista do espectador. Os resultados são limitados a um número limitado de variações de técnicas e ambientes de transição, e outros fatores de interação e ambientais são importantes.

Os autores YEO, KWON e PARK (2022), apresentaram um estudo que investigou o efeito da sincronização de som e movimento na redução da cinetose induzida visualmente (VIMS) durante a experiência de realidade virtual (RV). 25 participantes foram divididos em quatro grupos e pedalarão por 5 minutos em um “*headmounted display*” com diferentes tipos de apresentações de som e movimento. Os resultados mostraram que os participantes que experimentaram a sincronização de som e movimento apresentaram escores significativamente menores de VIMS, medidos pela escala de enjoo rápido e questionário de doença do simulador, em comparação com



os outros grupos. Além disso, a análise do sinal do EEG revelou que a apresentação simultânea de som e movimento levou a um aumento significativo das ondas alfa nos lobos parietal e occipital. Portanto, foi possível concluir que a sincronização de som e movimento é eficaz na redução do VIMS durante a experiência de andar de bicicleta simulada em um ambiente de RV.

Até mesmo na área da medicina, de acordo com KIM, et al (2021), o uso da realidade virtual (RV) no tratamento de transtornos psiquiátricos está aumentando. No entanto, a doença cibernética, um conjunto de sintomas semelhantes à cinetose, tem sido um desafio. Neste estudo, investigamos os fatores clínicos que afetam a doença cibernética durante a aplicação da RV em pessoas altamente estressadas. Recrutamos 83 participantes adultos saudáveis com alto nível de estresse e realizamos avaliações psiquiátricas, oftalmológicas, otológicas e extraímos parâmetros fisiológicos. Os participantes foram divididos em dois grupos, expostos a vídeos de RV com diferentes graus de tremor, e aplicamos questionários de doença cibernética. Não houve diferença significativa nas mudanças nos questionários entre os grupos. A faixa etária de 40 a 59 anos apresentou maior aumento nos sintomas de doença cibernética em comparação com a faixa etária de 19 a 39 anos. Fumar foi associado negativamente à doença cibernética, enquanto um alto escore de afeto positivo e negativo foi associado positivamente à doença cibernética. Em resumo, a intensidade do tremor na RV não afetou a doença cibernética. O tabagismo foi um fator protetor, mas uma maior expressão de afeto foi um fator de risco para a doença cibernética.

E pesquisa diversa, realizada por LUU, et al (2021), explora a importância da estereopsia, a capacidade do sistema visual humano de perceber profundidade e dimensão tridimensional, na experiência de realidade virtual (RV). Através de experimentos que simulavam movimento próprio em profundidade com fluxo óptico radial em participantes, o estudo investigou o impacto da estereopsia global na percepção de automovimento e presença espacial em ambientes virtuais. A pesquisa revelou que a estereopsia não só é crucial para a percepção visual espacial, mas também tem implicações significativas na experiência de RV. Participantes com estereopsia prejudicada demonstraram redução na sensação de automovimento, presença espacial e gravidade da doença cibernética (sintomas semelhantes aos da cinetose experimentados em ambientes virtuais). Através de condições de teste variadas, incluindo a visualização de monitores com a cabeça estacionária ou em movimento e a imposição de condições de conflito multissensorial, o estudo identificou que a ausência de estereopsia global pode atenuar a doença cibernética, mas ao custo de prejudicar a percepção de movimento próprio e presença na RV. Este trabalho destaca a complexidade da interação entre a percepção visual espacial e a experiência de RV, sugerindo que enquanto a



redução da estereopsia global pode diminuir os sintomas de doença cibernética, isso também pode comprometer a qualidade da percepção de movimento e presença no ambiente virtual.

De acordo com UGUR e KONUKSEVEN (2022), em seu estudo, foi investigada a usabilidade da realidade virtual (RV) na reabilitação da cinetose (EM). Vinte pacientes normais e 19 pacientes com (EM) foram submetidos a seis sessões de reabilitação em RV usando o jogo "Roller Coaster Dreams" no "PlayStation VR Head Mounted Display". As sessões ocorreram três vezes por semana durante duas semanas ou duas vezes por semana durante três semanas. Os participantes foram avaliados antes da reabilitação, após a terceira e sextas sessões usando o teste de organização sensorial (TOS). A efetividade do programa de reabilitação foi analisada comparando os resultados dos testes do TOS. Todos os resultados do TOS foram comparados entre os pacientes para avaliar a eficácia da reabilitação. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas nos escores de equilíbrio do TOS em diferentes condições, indicando melhora na estabilidade após as sessões de reabilitação em RV. Foi verificado que a RV é efetiva e útil na reabilitação da reabilitação de cinetose (EM), tornando o processo mais divertido e aumentando a eficiência, reduzindo o risco de inadaptabilidade ao exercício.

Explorando a variabilidade na suscetibilidade da cinetose (enjoo do movimento), FULVIO, JI e ROKERS, (2021), propõe uma possível explicação com base na teoria do conflito de pistas. Segundo essa teoria, sinais sensoriais que levam a interpretações perceptivas incompatíveis causam desconforto físico. A sensibilidade individual a pistas sensoriais visuais, como movimentos paralaxe, é um preditor da gravidade dos sintomas de cinetose. Usando realidade virtual, os pesquisadores avaliaram a sensibilidade dos observadores a várias pistas visuais e induziram a cinetose através de filmes estereoscópicos. Descobriu-se que a sensibilidade às pistas de paralaxe de movimento estava relacionada à gravidade dos sintomas de cinetose. Além disso, foi explorada a possível influência do sexo na cinetose, mas encontrou-se pouco suporte para essa relação. Os resultados sugerem que a personalização das experiências de realidade virtual com base na sensibilidade individual pode ajudar a mitigar o desconforto da cinetose.

Buscando investigar os sintomas graves de cinetose visualmente induzida (VIMS), segundo KAUFELD, et al (2022), podem ocorrer os referidos sintomas em aplicações de realidade aumentada (RA) óptica de visualização. Estudos anteriores mostraram sintomas menores de VIMS com essa tecnologia, mas novas aplicações com simulações mais dinâmicas poderiam alterar a gravidade dos sintomas. O experimento 1 expôs os participantes a uma aplicação de RA estática, enquanto o experimento 2 envolveu tarefas em uma simulação dinâmica de campo estelar. Os sintomas foram avaliados antes e depois da exposição usando questionários e uma escala de enjoo.



Os resultados mostraram baixa sintomatologia de VIMS no experimento 1, com sintomas predominantemente oculomotores. No experimento 2, no entanto, foram detectados sintomas graves de VIMS em alguns participantes, principalmente desorientação. Isso indica que o VIMS pode ser uma preocupação séria em aplicações modernas de RA. O estudo também desenvolveu uma nova ferramenta para medir os sintomas de tontura durante a exposição. Os sintomas de VIMS devem ser considerados no design e uso de futuras aplicações de RA com objetos virtuais dinâmicos, como treinamento de voo ou trabalho de manutenção de máquinas.

Outro estudo é o de RYAN, et al (2022). o qual explorou a efetividade de um ambiente de aprendizagem em realidade virtual (VRLE) como ferramenta educacional na área de obstetrícia. Foi realizado em uma universidade na Irlanda, envolvendo estudantes de graduação e pós-graduação em obstetrícia. O estudo utilizou um método qualitativo e quantitativo descritivo, coletando dados por meio de um questionário de múltipla escolha e perguntas abertas. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas nos escores de conhecimento pré e pós-intervenção. No entanto, os participantes demonstraram alta satisfação e autoconfiança em relação ao uso do VRLE como modalidade de aprendizagem. Os efeitos colaterais mais comuns relatados pelos participantes foram tontura, desorientação e sintomas semelhantes a enjoo. Os temas identificados foram relacionados à aprendizagem em 3D, aprendizagem visual, valor da tecnologia educacional e experiência de aprendizagem positiva.

Embora o VRLE não tenha impacto significativo no ganho de conhecimento, sua utilização mostrou potencial para melhorar a experiência de aprendizagem, engajamento, satisfação e autoconfiança dos alunos.

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia em crescimento, de acordo com VICENTE, et al (2022), que utiliza computação para criar ambientes simulados em diversas áreas, como medicina, entretenimento e jogos. No entanto, as informações sobre os efeitos colaterais da RV são limitadas. A pesquisa realizada teve como objetivo identificar os efeitos colaterais físicos mais comuns das aplicações terapêuticas da RV. Foram consultados artigos completos entre 2016 e 2021 que avaliaram a RV como intervenção terapêutica e relataram efeitos colaterais usando o Questionário de Enjoo de Simulador (SSQ). Foram encontrados 10 artigos que preencheram os critérios de inclusão, envolvendo 416 pacientes com idade média de 24,54 anos. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada e dois artigos foram considerados bons ou excelentes. Os efeitos colaterais mais frequentemente relatados foram desorientação, náuseas e distúrbios oculomotores, especialmente quando os monitores eram usados na cabeça em comparação com sistemas de mesa. Embora a RV possa ter efeitos positivos como ferramenta terapêutica, é



importante considerar os potenciais eventos colaterais. São necessárias metodologias científicas bem projetadas para avaliar a efetividade e a segurança antes de planejar intervenções terapêuticas com RV.

Conforme WU, et al (2020), a cinetose visualmente induzida (VIMS) é caracterizada por desconforto psicofisiológico e tem um efeito negativo na função executiva, que inclui a capacidade de inibir respostas inadequadas em ambientes em mudança. O estudo realizado investigou as mudanças na inibição da resposta após a ocorrência de VIMS utilizando potenciais relacionados a eventos (ERPs). Os participantes realizaram uma tarefa de duas escolhas e os ERPs foram registrados antes (pré-teste) e após uma sessão de treinamento de realidade virtual (RV) de 40 minutos (pós-teste). Os resultados mostraram uma maior amplitude do componente N2 para estímulos desviantes, uma menor amplitude do componente P3 para estímulos desviantes e um atraso na latência do componente P3 após o treinamento de RV. Essas pesquisas sugerem que a VIMS está associada, em parte, à inibição da resposta e que os componentes N2 e P3 relacionados à inibição podem ser utilizados como índices eletrofisiológicos para avaliar a inibição da resposta na cinetose visualmente induzida (VIMS).

O “*cybersickness*”, ou enjoo induzido visualmente, como expõem SEVINCA e ILKERB (2022), é um efeito negativo que pode afetar a experiência do usuário em ambientes virtuais (VEs) desenvolvidos para realidade virtual (VR).

Outra pesquisa realizada, foi a de QIU, et al (2022), a qual o objetivo foi investigar a aceitação e tolerância de um programa de treinamento cognitivo baseado em realidade virtual (RV) em idosos chineses. Foi desenvolvido um programa que consistia em cinco jogos de treinamento cognitivo em RV. Quatorze idosos participaram voluntariamente do programa de treinamento de RV de 1º a 22 de janeiro de 2022. A tolerância dos participantes e a aceitação do treinamento em RV foram avaliadas após o programa. Dos participantes, 8 (57,1%) apresentaram função cognitiva normal e 6 (42,9%) apresentaram comprometimento cognitivo. Os participantes toleraram bem o programa, com um escore médio total do Questionário de Simulação de Doença (SSQ) de  $10,42 \pm 12,97$ . Em relação à aceitação, 97,6% dos sujeitos consideraram os equipamentos de RV fáceis de usar, 76,2% tiveram uma experiência positiva e 57,1% acharam os dispositivos de RV atraentes. Pode ser constatado que o treinamento cognitivo baseado em RV foi bem tolerado por idosos chineses, sem a ocorrência de eventos adversos graves.

Os estudos de OH e LEE, (2021), investigou a viabilidade de um jogo imersivo de realidade virtual (RV) no equilíbrio e cinesia em adolescentes saudáveis. Participaram do estudo 11 adolescentes saudáveis. Foram realizadas três condições: linha de base (equilíbrio medido sem



jogo de RV), jogo de RV imersivo com fundo fixo e jogo de RV imersivo com fundo em movimento. O equilíbrio e a cinesia foram medidos, e questionários foram utilizados para avaliar a cinesia. Durante o jogo com fundo em movimento, houve um aumento significativo na velocidade e no comprimento da oscilação em comparação com a linha de base e o jogo com fundo fixo. Os escores dos questionários de cinesia também aumentaram significativamente durante ambos os jogos de RV em comparação com a linha de base, sendo maiores com o fundo em movimento.

Jogar um jogo de RV imersivo com fundo em movimento pode afetar negativamente o equilíbrio e a cinesia. Esses resultados podem auxiliar na seleção de conteúdo de jogos que reduzam os efeitos colaterais ao utilizar dispositivos de RV no futuro.

O uso da realidade virtual (RV) pode causar efeitos adversos com base na pesquisa de PARK e LEE (2019), como tontura, dor de cabeça e enjoo. Foi investigado como os jogos de RV de imersão total afetam o equilíbrio estático e os efeitos adversos, e se um fundo de jogo em movimento ou fixo contribui mais para esses problemas. Foram medidos o equilíbrio estático e os efeitos adversos em 15 adultos saudáveis em três condições: linha de base, após um jogo de RV de imersão total com fundo fixo (15 min) e após um jogo de RV de imersão total com um fundo em movimento (15 min). Jogar um jogo de RV de imersão total teve um efeito negativo no equilíbrio estático e causou fadiga ocular e tontura. A velocidade e o comprimento da oscilação aumentaram significativamente no jogo com um fundo em movimento em comparação com a linha de base e o jogo com fundo fixo ( $p < 0,05$ ). Os questionários de sintomas de RV também foram significativamente mais altos nesse caso. Portanto, é preferível utilizar apenas jogos de RV de imersão total com fundos fixos em intervenções de reabilitação, a fim de reduzir os efeitos adversos.

Outra forma de reduzir desconfortos causados pela cinetose foi apresentada na pesquisa de NG, CHAN e LAU (2019), que investigou se o acoplamento de movimentos físicos a estímulos visuais na realidade virtual (RV) poderia reduzir o desconforto causado pela cinetose. Foi utilizado um sistema de RV acoplado a um movimento físico, desenvolvido em uma plataforma de movimento, que forneceu pistas vestibulares para complementar o movimento visual de um dispositivo de visualização de cabeça (HMD). Foram testadas três condições: apenas rotação visual (estacionária), movimento físico-visual sincronizado (síncrono) e movimento vestibular com ambiente visual autorreferenciado. Os resultados mostraram que, quando os usuários experimentaram a condição sincronizada visuo-vestibular, relataram menor pontuação subjetiva



de cinetose e maior conforto geral na experiência. Isso indica que um sistema acoplado ao movimento, integrado de forma perfeita na RV, pode mitigar os sintomas da cinetose.

Outra investigação, realizada por KESHAVARZ, et al (2021), foi a investigação se técnicas de Aprendizado de Máquina “*Machine Learning*” - ML em conjunto com medidas fisiológicas poderiam ser utilizadas para detectar e prever em tempo real a gravidade do enjoo de movimento visualmente induzido (VIMS), como aquele experimentado ao usar smartphones ou Realidade Virtual. Um grupo de 43 adultos jovens saudáveis foi exposto a um vídeo indutor de VIMS por 15 minutos, e a gravidade do VIMS foi medida subjetivamente durante o vídeo usando a escala Fast Motion Sickness (FMS), além de antes e depois do vídeo usando o Questionário de Doença por Simulador (SSQ). Cerca de 72% dos participantes experimentaram o VIMS neste estudo. Os resultados mostraram que as mudanças na temperatura da pele facial e nos movimentos corporais apresentaram a relação mais forte com o VIMS. Os modelos de ML revelaram uma correlação média entre as medidas fisiológicas e os escores da FMS minuto a minuto. Foi encontrada uma pontuação de classificação aceitável para distinguir entre participantes doentes e não doentes. Esses achados sugerem que as medidas fisiológicas podem ser úteis para medir o VIMS, mas não são um método autônomo confiável para detectar ou prever a gravidade do VIMS em tempo real.

Na pesquisa de WOO, et al (2022), foi pesquisado o tempo de recuperação da doença de realidade virtual (RV) em participantes após assistirem a um vídeo de RV, utilizando eletroencefalografia (EEG). Quarenta participantes foram previamente testados usando um questionário de suscetibilidade à cinetose (MSSQ) e classificados em dois grupos: sensíveis e não sensíveis à doença de RV. O questionário de doença por simulador (SSQ) e o EEG foram utilizados para avaliar a doença de RV. O escore do SSQ aumentou significativamente em ambos os grupos após assistir ao vídeo de RV. O tempo de recuperação baseado no SSQ foi de  $11,3 \pm 6,6$  minutos para o grupo sensível e  $9,1 \pm 5,2$  minutos para o grupo não sensível, sem diferença significativa entre os grupos. O tempo médio de recuperação com base nos dados de EEG foi de  $11,5 \pm 7,1$  minutos em ambos os grupos. Os dados de EEG mostraram um aumento significativo na atividade da onda delta em todas as áreas cerebrais. Não houve diferença estatística entre os grupos no tempo de recuperação da doença de RV com base nas características individuais. No entanto, foi confirmado que a recuperação subjetiva e objetiva da doença de RV exigiu pelo menos 11,5 minutos. Esses resultados podem fornecer informações sobre os tempos de recuperação da doença de RV.

LIM, et al, (2020), em pesquisa diversa, investigou se o uso do eletroencefalograma (EEG) como um método objetivo para avaliar a doença de realidade virtual (RV). Foram recrutados 21



participantes sensíveis à doença de RV, selecionados com base em escores do Questionário de Suscetibilidade à Cinetose (MSSQ). A doença de RV foi avaliada duas vezes, com uma semana de intervalo, utilizando EEG e um Questionário de Doença por Simulação (SSQ). A confiabilidade do EEG foi avaliada por meio de análises de consistência interna e confiabilidade interclasse (ICC), revelando que as ondas delta e alfa em duas áreas (frontal e central) apresentaram consistência. Observou-se uma diferença significativa nas ondas delta e alfa entre a condição basal e a condição de RV em ambas as áreas. Esses resultados indicam que o EEG pode ser um método confiável para avaliar a doença de RV, fornecendo informações sobre ondas e áreas específicas associadas à doença. Esses achados podem contribuir para pesquisas futuras na avaliação da doença de RV.

Em pesquisa realizada por SMYTH, et al (2020), foi desenvolvida uma nova ferramenta de treinamento visuoespacial para reduzir a suscetibilidade à cinetose. Foram recrutados 42 participantes que passaram por ensaios de simulador de direção e ensaios em estrada. Foram realizadas medições iniciais das habilidades visuoespaciais e cinetose. Após um período de treinamento de 14 dias, os participantes apresentaram melhora de 40% nas habilidades visuoespaciais. Essa melhora resultou em uma redução de 51% na cinetose no simulador (com 60% menos participantes desistindo) e uma redução de 58% nos testes de estrada. O estudo demonstrou um método eficaz para reduzir a suscetibilidade à cinetose por meio de treinamento visuoespacial. Esses resultados têm implicações importantes para a pesquisa sobre cinetose, especialmente no contexto de veículos autônomos.

Conforme BREDIKHIN, et al (2022), em sua pesquisa, a qual aborda a cinetose, um distúrbio que afeta de 5 a 15% dos adultos e pode ter um impacto negativo nas atividades diárias e profissionais, especialmente para especialistas marítimos. O objetivo é desenvolver técnicas de treinamento e redução dos sintomas da cinetose, utilizando tecnologias de realidade virtual (RV). A RV permite simular ambientes visuais variados e alterar dinamicamente os ângulos de visão para investigar seu efeito direto nos sintomas da cinetose. A pesquisa envolveu 50 participantes e utilizou uma metodologia de pesquisa para identificar sintomas e realizar treinamento. Os resultados foram avaliados para verificar a eficácia da abordagem.

É importante a investigação como aponta LAESSOE, et al (2022), se características individuais do equilíbrio e tendência à cinetose estão relacionadas à vulnerabilidade à doença cibernética, um efeito colateral causado pelo uso de realidade virtual com displays montados na cabeça. Jovens saudáveis foram expostos a uma aplicação de RV por quatro minutos, e seus sintomas de doença cibernética foram registrados por um questionário. Os participantes foram





afetados negativamente pela exposição à RV, com aumento do desconforto e sintomas de náusea e desorientação. Surpreendentemente, os participantes já relataram desconforto após a avaliação inicial do equilíbrio. Aqueles com tendência à cinetose foram mais afetados por esse desafio à integração sensorial. Embora tenha sido observada instabilidade postural durante a exposição à RV, não foram identificadas características individuais de equilíbrio associadas à vulnerabilidade à doença cibernética. Além disso, o efeito adverso do teste de orientação sensorial afetou as diferenças de subgrupo na vulnerabilidade à doença cibernética.

Outra investigação realizada por PETTIJOHN, et al (2022), comparou os sintomas da doença do simulador em participantes usando fones de ouvido de realidade virtual (RV) ou realidade aumentada (RA). Também investigou o efeito do movimento físico nos sintomas. Durante uma simulação, os participantes usaram fones de ouvido de RV e RA em uma plataforma de movimento enquanto atiravam em navios inimigos sob três condições de movimento: sem movimento físico, movimento síncrono (movimento físico e exibido acoplados) e movimento assíncrono (movimento físico não correspondente à exibição). Os sintomas aumentaram com o tempo, mas não houve diferenças significativas em relação ao tipo de fone de ouvido ou movimento. A condição de RV apresentou maior precisão e tempo de resposta mais rápido para iniciar o fogo. Mais pesquisas são necessárias para investigar se esses resultados se mantêm em movimentos mais extremos. O uso de fones de ouvido de RV ou RA para treinamento em condições de movimento suaves é viável e pode ser permitido durante a implantação em condições normais.

Demais estudos como o efetuado por JANG, et al (2022), tem o objetivo de investigar o “*cybersickness*” em pessoas com sensibilidade à cinetose durante a experiência de realidade virtual (RV). Foram selecionados 40 homens na casa dos vinte anos, divididos em um grupo sensível e um grupo não sensível. Os participantes foram expostos a conteúdo de RV e seus sintomas foram avaliados usando eletroencefalografia (EEG) e o questionário “*Simulator Sickness Questionnaire*” (SSQ). Os resultados mostraram um aumento significativo nos escores do SSQ após a exposição ao conteúdo de RV em ambos os grupos. O grupo sensível apresentou uma potência cerebral menor nas bandas beta e gama em comparação com o grupo não sensível. Além disso, foram observadas alterações nas oscilações neurais, com aumento do delta e diminuição do alfa na condição de “*cybersickness*”. Esses achados sugerem que o “*cybersickness*” está relacionado a diferenças individuais na sensibilidade à cinetose e pode ser refletido em alterações na atividade cerebral medida pelo EEG. No entanto, mais pesquisas são necessárias para entender melhor os



mecanismos subjacentes e desenvolver estratégias para reduzir o “cybersickness” durante a experiência de RV.

Segundo WIENRICH, OBREMSKI e ISRAEL (2022), em sua pesquisa foi apresentado dois experimentos que avaliam o efeito de um nariz virtual na doença do simulador e na experiência de jogo em dois jogos de realidade virtual. O estudo piloto comparou a implementação da teoria do conflito sensorial (habituação) com a sugestão da hipótese do quadro de repouso (nariz virtual). A habitualidade contribuiu significativamente para a redução da doença do simulador, enquanto o protótipo de baixa fidelidade do nariz virtual não teve impacto. O estudo principal utilizou um modelo aprimorado de nariz virtual e investigou o impacto da consciência em relação ao nariz virtual. O nariz aprimorado demonstrou que o uso de um nariz virtual reduz a doença do simulador, sem afetar a experiência de jogo. Resultados adicionais não mostraram impacto significativo da consciência do quadro de repouso, tanto na doença do simulador quanto na experiência de jogo. Os resultados do estudo apoiam a ideia de que um nariz virtual estável pode ser utilizado em aplicações exigentes de realidade virtual para reduzir a doença do simulador, sem afetar a experiência de jogo.

TSENG e GIAU (2021), realizaram uma pesquisa que investigou o potencial de adoção da realidade virtual (RV) como ferramenta de avaliação da pré-ocupação (Pre-OE) em pessoas idosas, com foco na adoção de tecnologia e cognição espacial. Um estudo experimental foi realizado com a participação de 32 idosos saudáveis com 60 anos ou mais, divididos igualmente em dois grupos: RV imersiva e RV não imersiva. Os resultados indicaram que a RV imersiva é promissora e segura para aplicação em idosos, sem registros significativos de sintomas de doença de simulação. A utilização da RV imersiva também proporcionou uma maior sensação de presença e uma cognição espacial mais precisa. Os dados qualitativos mostraram aspectos positivos sob a perspectiva dos participantes. A realidade virtual (RV) imersiva é viável e eficaz como complemento aos métodos convencionais para a avaliação da pré-ocupação em pessoas idosas. A pesquisa destaca a importância de compreender as necessidades e satisfação dos idosos no processo de projeto de interiores, e a RV pode desempenhar um papel significativo nesse contexto.

Outra pesquisa aborda a doença cibernética por KOURTESIS, et al (2022), que é uma desvantagem da realidade virtual (RV) que afeta as habilidades cognitivas e motoras dos usuários. O estudo desenvolveu duas versões do Questionário de Doença Cibernética em RV (CSQ-VR): uma versão em papel e lápis e uma versão em 3D-VR. A validade e a comparação do CSQ-VR com o Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) e o Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) foram realizadas. Trinta e nove participantes foram expostos a três passeios em RV com



acelerações lineares e angulares, enquanto as avaliações das habilidades cognitivas e psicomotoras foram realizadas. Ambas as versões do CSQ-VR mostraram validade e consistência interna superiores em comparação com o SSQ e o VRSQ. Além disso, os escores do CSQ-VR foram mais eficientes na detecção de um declínio temporário no desempenho devido à doença cibernética. O tamanho da pupila foi identificado como um preditor significativo da intensidade da doença cibernética. O CSQ-VR é uma ferramenta válida para avaliar a doença cibernética em exposição à RV, com propriedades psicométricas superiores ao SSQ e VRSQ. O CSQ-VR também se beneficia do exame do tamanho da pupila como um biomarcador da doença cibernética.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa contemplada do presente artigo é a revisão sistemática da literatura (RSL) e análise bibliométrica, a qual visa elucidar o tema da pesquisa, ou seja, o uso em estudo sobre o desconforto dos óculos de realidade virtual da realidade aumentada na medicina a partir de uma abordagem sistemática, bem como das perguntas-chaves elaboradas. A revisão sistemática da literatura, visa organizar e determinar as melhores literaturas a serem utilizadas, bem como a adoção da análise bibliométrica que seria uma análise quantitativa dos dados e informações.

A RSL tem por finalidade pesquisar a literatura sobre um tema específico, disponibilizando um resumo das evidências encontradas com relação a um assunto específico, organizando e explicitando de forma sistemática o modo como foram feitas as buscas, análise e sínteses das publicações recuperadas (SAMPAIO; MANCINI, 2007 apud DELGADO LOPES, et al, 2019).

O método empregado no presente artigo, iniciado em 01 de junho de 2022, tem como base o método abordado por FERENHOF; FERNANDES citado no trabalho e utilizado na pesquisa de DELGADO LOPES, et al, 2019.

O SSF, trata-se de um método não aleatório ou exploratório, pois segue um procedimento metodológico rigoroso que garante repetibilidade da pesquisa, minimizando tendências de pesquisadores que possam ocorrer derivadas da escolha de documentos aleatórios (FERENHOF; FERNANDES, 2016 apud DELGADO LOPES, et al, 2019).

#### 3.1 ANALISE E DISCUSSAO DOS RESULTADOS

O método de análise SSF contém um quadro com as atividades que compreendem o protocolo de pesquisa conforme segue.

Quadro 1: Definição do Protocolo de Pesquisa

<b>Atividade 1. Estratégia de busca</b>	<p>A forma de busca elaborada empregou os termos em inglês “Augmented Reality”, “Virtual Reality”; "Cybersickness"; "Motion Sickness".</p> <p>O objetivo da busca foi encontrar resultados voltados para a proposta de pesquisa como a utilização dos óculos de realidade virtual e algumas consequências ou distúrbio como “cybersickness” e “motion sickness”, causadas pela utilização da realidade virtual.</p> <p>O critério de inclusão e exclusão foi conter as palavras chaves, pesquisadas no “<i>IEEE Xplore</i>”, “<i>Science Direct</i>”, “<i>Articles Nature</i>” e “<i>PubMed</i>”, selecionando artigos que contivessem no título e texto as palavras chaves adotadas nesta pesquisa.</p> <p>Os artigos disponibilizados mediante usuário e senha cadastrado na UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, bem como a devida autorização para download dos arquivos. Língua: inglês e português.</p>
<b>Atividade 2. Consulta em base de dados</b>	<p>A base de dados escolhida foi a “<i>IEEE Xplore</i>”, “<i>Science Direct</i>”, “<i>Articles Nature</i>” e “<i>PubMed</i>”. As buscas de pesquisa foram realizadas conforme segue abaixo, de forma a auxiliar a pesquisa, utilizando citações, livros, jornais, revistas, conferências, com o auxílio de palavras chaves: “Augmented Reality”, “Virtual Reality”; "Cybersickness"; "Motion Sickness".</p> <p>Foram encontrados 187 títulos, sem informar ano de publicação ou demais informações com o objetivo de conseguir o maior número de informações para implementação da pesquisa proposta.</p>
<b>Atividade 3. Organização das bibliografias</b>	<p>Para o gerenciamento das bibliografias, após pesquisa de aplicativos foi utilizado o Word, sendo inseridas as referências.</p>
<b>Atividade 4. Seleção padronizada dos artigos</b>	<p>A fase de seleção padronizada dos artigos envolveu a leitura dos títulos e seus referidos artigos, tendo sido selecionados por englobarem as questões propostas na pesquisa.</p> <p>Quando da escolha dos artigos, foram incluídos 185 artigos e após uma leitura apurada de cada artigo restou mantido o total de 66 títulos.</p>
<b>Atividade 5. Composição do portfólio</b>	<p>Na fase de composição do portfólio e após a leituras dos arquivos escolhidos para comporem o presente trabalho de pesquisa, restou o total de 66 artigos, sendo eliminados 2 artigos, atingindo ao final 64 artigos no portfólio finalizado.</p>

Quadro 2: Atividades e número de documentos recuperados

Atividade	Número de documentos
Busca nas bases	185 resultados no total
Excluindo documentos duplicados	108
Primeiro filtro (Leitura dos títulos, resumos e palavras-chave)	66
Texto completo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão	66
Total de documentos disponíveis, lidos integralmente	77
Portfólio final	64

Quadro 3: Portfólio final

	Autores	Ano	Título	Temática
01	AL-ASHWAL, Wadhah, et al.	2021	<b>Cybersickness Measurement and Evaluation During Flying a Helicopter in Different Weather Conditions in Virtual Reality.</b>	Medição e Avaliação de Ciberenjoo Durante a Simulação de Voo de um Helicóptero em Diferentes Condições Meteorológicas na Realidade Virtual.
02	ALIREZA, Mazloumi Gavgani, et al.	2018	<b>A comparative study of cybersickness during exposure to virtual reality and "classic" motion sickness: are they different?</b>	Estudo comparativo do “cybersickness” e “motion sickness”.

03	ANG. Samuel, QUARLES. Antonio John..	2022	<b>You're in for a Bumpy Ride! Uneven Terrain Increases Cybersickness While Navigating with Head Mounted Displays.</b>	Terreno Irregular Aumenta o Ciberenjoo ao Navegar com Displays Montados na Cabeça.
04	BREDIKHIN, Artem, et al.	2022	<b>Diagnostics of motion sickness (kinetosis) and training of resistance to it in VR simulators.</b>	Diagnóstico da cinetose e treinamento para resistencia na realidade virtual.
05	CHATTHA. Umer Asghar, et al.	2020	<b>Motion Sickness in Virtual Reality: An Empirical Evaluation.</b>	A cinetose e a realidade virtual e sua evolução teórica.
06	CHUL CHUN, Gabriel Yong, et al.	2022	Avaliação do desconforto sensorial causado por estimulação com realidade virtual em voluntários com e sem cinetose.	Avaliação do desconforto na utilização da realidade virtual.
07	CHUSETHAGARN, Dawit, VISOOTIVISETH, Vasaka e HAGA, Jason.	2018	<b>A Prototype of Collaborative Augment Reality Environment for Hololens.</b>	Protótipo de Ambiente Colaborativo de Realidade Aumentada para Hololens.
08	FERENHOF, Hélio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano.	2019	<b>Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF.</b>	Revisão de literatura.
09	FULVIO, Jacqueline M., JI, Mohan e ROKERS, Bas.	2021	<b>Variations in visual sensitivity predict motion sickness in virtual reality.</b>	Variações na sensibilidade visual preveem enjoo de movimento em realidade virtual.
10	GEMERT, Thomas Van; BERSTROM, Joanna.	2021	<b>Evaluating VR Sickness in VR Locomotion Techniques.</b>	Avaliando o enjoo de RV em técnicas de locomoção em realidade virtual.
11	JANG, Kyoung-Mi, et al.	2022	<b>Estimating objective (EEG) and subjective (SSQ) cybersickness in people with susceptibility to motion sickness.</b>	Estimando o enjoo cibernético objetivo (EEG) e subjetivo (SSQ) em pessoas com suscetibilidade a enjoo de movimento.
12	KAUFELD, Mara, et al.	2022	<b>Optical see-through augmented reality can induce severe motion sickness.</b>	A realidade aumentada óptica pode induzir enjoo de movimento grave.
13	KIM, Hyewon, et al.	2021	<b>Clinical predictors of cybersickness in virtual reality (VR) among highly stressed people.</b>	Preditores clínicos de enjoo de movimento em realidade virtual (RV) entre pessoas altamente estressadas.
14	KIM, Hyun, et al.	2018	<b>Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. Applied Ergonomics.</b>	Questionário de Enjoo de Movimento em Realidade Virtual (VRSQ): Índice de Medição de Enjoo de Movimento em um Ambiente de Realidade Virtual. Ergonomia Aplicada.

15	KIM. Jinwoo, et al.	2022	<b>A Deep Motion Sickness Predictor Induced by Visual Stimuli in Virtual Reality.</b>	Um preditor profundo de enjoo de movimento induzido por estímulos visuais em Realidade Virtual.
16	KIM. Woojae, et al.	2021	<b>VR Sickness Versus VR Presence: A Statistical Prediction Model.</b>	Enjoo de Realidade Virtual versus Presença em Realidade Virtual: Um modelo estatístico de predição.
17	KESHAVARZ, Behrang, et al.	2022	<b>Detecting and predicting visually induced motion sickness with physiological measures in combination with machine learning techniques.</b>	Detectando e prevendo o enjoo induzido visualmente com medidas fisiológicas em combinação com técnicas de aprendizado de máquina.
18	KOACH, Andreas, et al.	2018	<b>The Neurophysiology and Treatment of Motion Sickness.</b>	A Neurofisiologia e o Tratamento do Enjoo de Movimento.
19	KOURTESIS, Panagiotis, et al.	2022	<b>Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ.</b>	Questionário de Enjoo de Movimento em Realidade Virtual (CSQ-VR): Uma Validação e Comparação com SSQ e VRSQ.
20	KUO, Po-Chen, et al.	2021	<b>VR Sickness Assessment with Perception Prior and Hybrid Temporal Features.</b>	Avaliação do Enjoo de Realidade Virtual com Prioridade de Percepção e Recursos Temporais Híbridos.
21	KYOUNG-MI, Jang, et al.	2022	<b>Estimating objective (EEG) and subjective (SSQ) cybersickness in people with susceptibility to motion sickness.</b>	Estimando o Enjoo de Realidade Virtual objetivo (EEG) e subjetivo (SSQ) em pessoas com suscetibilidade a enjoo de movimento.
22	LAESOE U, Abrahamsen S, et al.	2022	<b>Motion sickness and cybersickness - Sensory mismatch.</b>	Enjoo de movimento e enjoo de realidade virtual - Desajuste sensorial.
23	LIÃO, CHUNG-YEN; et al.	2020	<b>Using EEG and Deep Learning to Predict Motion Sickness Under Wearing a Virtual Reality Device.</b>	Usando EEG e Aprendizado Profundo para Prever Enjoo de Movimento ao Usar um Dispositivo de Realidade Virtual.
24	LIM, Hyun Kyoong, et al.	2020	<b>Test-retest reliability of the virtual reality sickness evaluation using electroencephalography (EEG).</b>	Confiabilidade teste-reteste da avaliação do enjoo de movimento em realidade virtual usando eletroencefalografia (EEG).

25	LOHMAN. Jesse e TURCHET. Luca.	2022	<b>Evaluating Cybersickness of Walking on an Omnidirectional Treadmill in Virtual Reality.</b>	Evolução da Cybersickness e realidade virtual.
26	LUU, Wilson, et al.	2021	<b>Effects of stereopsis on vection, presence and cybersickness in head-mounted display (HMD) virtual reality.</b>	Efeitos da estereopsia na veção, presença e enjoo de movimento em realidade virtual com o uso de Display de Cabeça Montada (HMD).
27	MAHMOOD, Faraz, et al.	2018	<b>Augmented Reality and Ultrasound Education: Initial Experience.</b>	Realidade Aumentada na educação.
28	NG, Drian K.T., CHAN, Leith K.Y. e LAU, Henry Y.K.	2019	<b>A study of cybersickness and sensory conflict theory using a motion-coupled virtual reality system.</b>	Um estudo sobre o enjoo de movimento e a teoria do conflito sensorial utilizando um sistema de realidade virtual com movimento acoplado.
29	NOH, Sewon, PARK, Seunghoon; KIM, Gerard J.	2022	<b>OnShipVR: Reducing Seasickness through Virtual Contents with Synchronized and Amplified Actual Ship Rotation.</b>	OnShipVR: Reduzindo o enjoo de mar por meio de conteúdos virtuais com rotação amplificada e sincronizada com o movimento real do navio.
30	OH, HyeJin e LEE, GyuChang.	2021	<b>Feasibility of full immersive virtual reality video game on balance and cybersickness of healthy adolescents.</b>	Viabilidade de um jogo de vídeo em realidade virtual totalmente imersiva nos aspectos de equilíbrio e enjoo de realidade virtual em adolescentes saudáveis.
31	OKUNO. Satoshi, SHIMIZU. Sota	2022	<b>Study on Displaying Images to Prevent VR Sickness as Maintaining Rich-Presence.</b>	Estudo sobre a exibição de imagens para prevenir o enjoo de realidade virtual, mantendo a rica presença.
32	PARK. Um-Hyeon, YUN. Kwan, KIM.	2023	<b>Reducing VR Sickness by Directing User Gaze to Motion Singularity Point/Region as Effective Rest Frame.</b>	Reduzindo o enjoo de realidade virtual ao direcionar o olhar do usuário para o ponto/região de singularidade de movimento como um efetivo quadro de descanso.
33	PARK, SoHu e LEE, GyuChang.	2020	<b>Full-immersion virtual reality: Adverse effects related to static balance.</b>	Realidade virtual de imersão completa: efeitos adversos relacionados ao equilíbrio estático.

34	PETTIJOHN, Kyle A., et al.		<b>Virtual and augmented reality in a simulated naval engagement: Preliminary comparisons of simulator sickness and human performance.</b>	Realidade virtual e aumentada em um engajamento naval simulado: comparações preliminares de enjoo de simulador e desempenho humano.
35	PÖHLMANN, Katharina Margareta Theresa, O'HARE, Louise, FÖCKER, Julia.	2021	<b>Is Virtual Reality Sickness Elicited by Illusory Motion Affected by Gender and Prior Video Gaming Experience?</b>	O enjoo de realidade virtual desencadeado por movimento ilusório é afetado pelo gênero e pela experiência anterior em jogos de vídeo.
36	QIU, Ruxia, et al.	2022	<b>Virtual reality-based targeted cognitive training program for Chinese older adults: A feasibility study.</b>	Programa de treinamento cognitivo direcionado baseado em realidade virtual para idosos chineses: um estudo de viabilidade.
37	RAHIMI, Kasra, BANIGAN, Colin e RAGAN, Eric D.	2020	<b>Scene Transitions and Teleportation in Virtual Reality and the Implications for Spatial Awareness and Sickness.</b>	Transições de cena e teletransporte na realidade virtual e as implicações para a consciência espacial e o enjoo de movimento.
38	RYAN, Grace, et al.	2022	<b>Virtual reality in midwifery education: A mixed methods study to assess learning and understanding.</b>	Realidade virtual na educação em obstetrícia: um estudo de métodos mistos para avaliar a aprendizagem e a compreensão.
39	SALIMI Zohreh, FERGUSON-PELL, Martin Willian.	2021	<b>Motion Sickness and Sense of Presence in a Virtual Reality Environment Developed for Manual Wheelchair Users, with Three Different Approaches.</b>	Enjoo de movimento e sensação de presença em um ambiente de realidade virtual desenvolvido para usuários de cadeiras de rodas manuais, com três abordagens diferentes.
40	SAMPAIO, R.; MANCINI, M.	2019	<b>Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica.</b>	Revisão Sistemática.
50	SEVINCA, Volkan e ILKERB, Berkman Mehmet.	2019	<b>Psychometric evaluation of Simulator Sickness Questionnaire and its variants as a measure of cybersickness in consumer virtual environments.</b>	Avaliação psicométrica do Questionário de Enjoo de Simulador e suas variantes como medida de enjoo de realidade virtual em ambientes virtuais de consumo.



51	SMYTH, Joseph, et al..	2020	<b>A novel method for reducing motion sickness susceptibility through training visuospatial ability – A two-part study.</b>	Um método inovador para reduzir a suscetibilidade ao enjoo de movimento por meio do treinamento da habilidade visuoespacial - Um estudo em duas partes.
52	SZPAK. Ancrêt, et al.	2022	<b>Getting the Most out of Virtual Reality: Evaluating Short Breaks to Reduce Cybersickness and Cognitive Aftereffects.</b>	Aproveitando ao máximo a Realidade Virtual: Avaliando pausas curtas para reduzir o enjoo de movimento e os efeitos cognitivos subsequentes.
53	TAI, Yixin; YANG, Yu; WANG, Xiaotian.	2022	<b>Development of VR Motion Sickness Test Platform Based on UE.</b>	Desenvolvimento de plataforma de teste de enjoo de movimento em Realidade Virtual baseada no Unreal Engine (UE).
54	TSENG, Kevin C. e GIAU, Do Thi Ngoc.	2021	<b>A feasibility study of using virtual reality as a pre-occupancy evaluation tool for the elderly.</b>	Um estudo de viabilidade sobre o uso da Realidade Virtual como uma ferramenta de avaliação pré-ocupação para idosos.
55	UGUR, Emel e KONUKSEVEN, Bahriye Ozlem.	2022	<b>The potential use of virtual reality in vestibular rehabilitation of motion sickness.</b>	O potencial uso da Realidade Virtual na reabilitação vestibular do enjoo de movimento.
56	WANG. Jialin, et al.	2022	<b>Real-time Prediction of Simulator Sickness in Virtual Reality Games.</b>	Previsão em tempo real de enjoo de movimento em jogos de Realidade Virtual.
57	WIENRICH, Carolin, OBREMSKI, David e ISRAEL, Johann Habakuk.	2022	<b>Repeated experience or a virtual nose to reduce simulator sickness? – Investigating prediction of the sensorial conflict theory and the rest-frame hypothesis in two virtual games.</b>	Experiência repetida ou um nariz virtual para reduzir o enjoo de movimento? - Investigando a previsão da teoria do conflito sensorial e da hipótese do quadro de referência em dois jogos virtuais.
58	WOJCIECHOWSKI. Przemyslaw, WOJTOWICZ.	2022	<b>Konrad. Simulator sickness and cybersickness as significant indicators in a primary selection of candidates for FPV drone piloting.</b>	Enjoo de simulador e enjoo de realidade virtual como indicadores significativos na seleção inicial de candidatos para pilotagem de drones FPV.

59	WOO, Ye Shin, et al.	2022	<b>Recovery time from VR sickness due to susceptibility: Objective and quantitative evaluation using electroencephalography.</b>	Tempo de recuperação do enjoo de realidade virtual devido à suscetibilidade: avaliação objetiva e quantitativa usando eletroencefalografia.
60	WU, Jintao, et al.	2020	<b>Inhibition-related N2 and P3: Indicators of visually induced motion sickness (VIMS).</b>	N2 e P3 relacionados à inibição: indicadores de enjoo de movimento induzido visualmente (EMIV).
61	YEO, Sang Seok, KWON, Jung Won e PARK, Seo Yoon.	2022	<b>EEG-based analysis of various sensory stimulation effects to reduce visually induced motion sickness in virtual reality.</b>	Análise baseada em EEG dos efeitos de várias formas de estimulação sensorial para reduzir o enjoo de movimento induzido visualmente em realidade virtual.
62	VENKATAKRISHNAN, Roshan, et al.	2020	<b>Comparative Evaluation of the Effects of Motion Control on Cybersickness in Immersive Virtual Environments.</b>	Avaliação comparativa dos efeitos do controle de movimento no enjoo de movimento em ambientes virtuais imersivos.
63	VENKATAKRISHNAN, Roshan, et al.	2020	<b>Comparative Evaluation of the Effects of Motion Control on Cybersickness in Immersive Virtual Environments.</b>	Avaliação comparativa dos efeitos do controle de movimento no enjoo de movimento em ambientes virtuais imersivos.
64	ZHANG, Chen.	2020	<b>Investigation on Motion Sickness in Virtual Reality Environment from the Perspective of User Experience.</b>	Investigação sobre o enjoo de movimento em ambientes de realidade virtual sob a perspectiva da experiência do usuário.

Quadro 4: Principais descobertas sobre as questões de pesquisa

Questões	Descobertas
1 – Qual o objetivo da pesquisa?	Avaliar os usuários de óculos de realidade virtual com a aplicação de um questionário VRSQ – “Virtual Reality Sickness Questionnaire”, com a finalidade de mensurar os sintomas durante a utilização dos óculos.
2 – Qual o foco da pesquisa bibliográfica?	Realizar uma pesquisa bibliografia com foco em desconforto em usuário de óculos de realidade virtual, esses efeitos colaterais são conhecidos como "cybersickness" ou "simulator sickness" e são semelhantes aos sintomas de enjoo de movimento que algumas pessoas experimentam ao viajar de carro, avião ou barco;



3 – Quais os desafios para implementação da pesquisa?	Realizar a aplicação de um questionário a um determinado número de pessoas com a finalidade de verificar a possível ocorrência de sintomas durante a utilização os quais podem comprometer o uso dos óculos de realidade virtual.
4 – Como serão trabalhados os resultados da pesquisa de campo?	Serão efetuadas as análises das informações e dispostas em tabelas ou gráficos os resultados;

#### 4 CONTRIBUIÇÕES DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A presente revisão sistemática aborda o desafio persistente do "*cybersickness*" associado ao uso de óculos de realidade virtual (RV), um tema de crescente importância dado o avanço e a expansão da RV em diversos campos. Através da análise de dados e informações coletadas de estudos relevantes, este trabalho contribui significativamente para a compreensão dos mecanismos subjacentes e das estratégias de mitigação do desconforto em ambientes virtuais.

Comparativamente, estudos anteriores, como os realizados por Kourtesis et al. (2022), focaram na validação de ferramentas de avaliação do "*cybersickness*", como o CSQ-VR, proporcionando uma base para aferir a severidade dos sintomas em diferentes contextos de RV. A presente revisão expande essa compreensão, não apenas ao consolidar essas ferramentas de medição como fundamentais na avaliação do desconforto, mas também ao explorar as estratégias práticas para a mitigação dos sintomas, como a adaptação do design dos conteúdos de RV e a importância de pausas estratégicas durante a exposição.

Um dos aspectos mais valiosos deste estudo é a sua contribuição para a identificação de lacunas na literatura existente, particularmente na necessidade de pesquisas futuras que explorem o impacto de variáveis individuais, como a predisposição ao enjoo de movimento e a familiaridade com ambientes virtuais, sobre a susceptibilidade ao "*cybersickness*". Além disso, destaca-se a necessidade de estudos que avaliem a eficácia de diferentes técnicas de mitigação em populações específicas, como idosos e indivíduos com condições de saúde pré-existent.

A revisão também ilumina a importância de considerar a experiência do usuário no design de ambientes virtuais, sugerindo que uma abordagem centrada no usuário, que leve em conta tanto os benefícios quanto os potenciais desconfortos da RV, é crucial para o avanço da tecnologia e sua adoção em larga escala. A discussão sobre o equilíbrio entre imersão e conforto oferece insights valiosos para desenvolvedores e pesquisadores da área.

Em síntese, este trabalho não apenas consolida conhecimentos existentes sobre o "*cybersickness*" na realidade virtual, mas também aponta caminhos para pesquisas futuras, destacando a complexidade do fenômeno e a necessidade de abordagens multidisciplinares para compreendê-lo e mitigá-lo efetivamente. Assim, contribui de forma significativa para o campo da



realidade virtual, enfatizando a importância de designs inclusivos e acessíveis que promovam experiências positivas para todos os usuários.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica, iniciou com a busca em base de dados a “IEEE Xplore”, “Science Direct”, “Articles Nature” e “PubMed”, contemplando inicialmente 185 artigos, que após a análise detalhada foram excluídos 121 artigos, totalizando 64 artigos no portfólio final. A pesquisa abordou inicialmente o tema “Um estudo sobre o desconforto dos óculos de realidade virtual como: uma revisão sistemática”.

A presente pesquisa é fundamentada na crescente utilização da realidade virtual em diversas áreas, como jogos, treinamentos e terapias, e na importância de garantir a experiência do usuário em termos de conforto e segurança. Portanto, a pesquisa tem como objetivo verificar a possibilidade de desconforto em óculos de RV, mediante a aplicação de um questionário a um determinado número de pessoas para melhor avaliar os resultados a fim de melhorar a experiência do usuário e aumentar a adoção da tecnologia em diferentes áreas. Isso é importante porque a RV tem um grande potencial para transformar a maneira como as pessoas interagem com o mundo digital e pode trazer benefícios significativos para áreas como saúde, educação e entretenimento.

No segundo questionamento norteador da pesquisa, apresentado no quadro 4 acima, enfatizamos que o base da pesquisa é o desconforto do usuário de óculos de realidade virtual, esses efeitos colaterais são conhecidos como “cybersickness” ou “simulator sickness” e são semelhantes aos sintomas de enjoo de movimento que algumas pessoas experimentam ao viajar de carro, avião ou barco.

No ítem 3, do quadro 4, apresentamos os desafios para implementação da pesquisa que é realizar a aplicação de um questionário a um determinado número de pessoas com a finalidade de verificar a possível ocorrência de sintomas durante a utilização os quais podem comprometer o uso dos óculos de realidade virtual.

Concluimos que tanto a Realidade Virtual (RV) quanto a Realidade Aumentada (RA) apresentam potencial para oferecer experiências imersivas e interativas aos usuários. No entanto, o desconforto e a tontura associados ao uso prolongado de óculos de RV podem limitar a adoção dessas tecnologias. É essencial entender os efeitos colaterais, como o “cybersickness” ou “simulator sickness”, e desenvolver estratégias para minimizá-los. Além disso, a colaboração e o compartilhamento de informações são desafios enfrentados pelas tecnologias de RV e RA. Ambientes colaborativos que utilizam RA, como os óculos HoloLens, têm sido propostos como



soluções inovadoras para permitir que múltiplos usuários interajam e visualizem dados em um mesmo espaço, facilitando a troca de informações e discussões mais focadas.

Para impulsionar a adoção dessas tecnologias, é necessário superar os desafios relacionados ao desconforto e à tontura, melhorando a experiência do usuário. Isso permitirá explorar todo o potencial da RV e da RA em diferentes campos, como jogos, entretenimento, educação e treinamento. A compreensão dos efeitos colaterais e o desenvolvimento de estratégias para minimizá-los não apenas melhoram a experiência do usuário, mas também abrem novas possibilidades de interação e imersão. Ao superar esses desafios, podemos aproveitar ao máximo o potencial da RV e da RA, impulsionando a inovação e transformando a forma como as pessoas interagem com o mundo digital em diversas áreas.



## REFERENCIAS

- AL-ASHWAL, Wadhah, et al. Cybersickness Measurement and Evaluation During Flying a Helicopter in Different Weather Conditions in Virtual Reality. International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 17-20, October, 2021. IEEE, Melbourne, Australia. DOI: 10.1109/SMC52423.2021.9659215.
- ALIREZA, Mazloumi Gavgani, et al. A comparative study of cybersickness during exposure to virtual reality and "classic" motion sickness: are they different? J Appl Physiol (1985). 2018 Oct 4. Doi: 10.1152/jappphysiol.00338.2018. Epub ahead of print. PMID: 30284516.
- ANG, Samuel, QUARLES, Antonio John. You're in for a Bumpy Ride! Uneven Terrain Increases Cybersickness While Navigating with Head Mounted Displays. Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) | 978-1-6654-9617-9/22, 2022, IEEE | DOI: 10.1109/VR51125.2022.00062.
- BREDIKHIN, Artem, et al. Diagnostics of motion sickness (kinetosis) and training of resistance to it in VR simulators. 11th International Young Scientist Conference on Computational Science. Published by ELSEVIER B.V., 2022, p. 1-10, this is an open access article under the CC BY-NC-ND license: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>.
- CHATTHA, Umer Asghar, et al. Motion Sickness in Virtual Reality: An Empirical Evaluation. IEEE Access, publication July 3, 2020, date of current version July 27, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3007076.
- CHUL CHUN, Gabriel Yong, et al. Avaliação do desconforto sensorial causado por estimulação com realidade virtual em voluntários com e sem cinetose. ISSN 2317-6431. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2022-2680>, Audiol Commun Res. 2023;28:e2680, p. 1-7. ISSN 2317-6431.
- CHUSETHAGARN, Dawit, VISOOTTIVISETH, Vasaka e HAGA, Jason. A Prototype of Collaborative Augement Reality Environment for Hololens. Faculty of Information and Communication Technology Mahidol University. Japão, 2018, p. 1-2.
- FERENHOF, Hélio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis, 2016, v. 21, n.3. Disponível em: <<https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1194/pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017 apud DELGADO LOPES, Luana Monique. Inovações educacionais com no uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. ARTIGO Educação em Revista|Belo Horizonte|v.35|e197403|2019. EDUR • Educação em Revista. 2019; 35: e197403. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-46981974>.
- FULVIO, Jacqueline M., JI, Mohan e ROKERS, Bas. Variations in visual sensitivity predict motion sickness in virtual reality. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND, March, 2021, p. 1-11. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100423>.
- GEMERT, Thomas Van; BERSTROM, Joanna. Evaluating VR Sickness in VR Locomotion Techniques. 2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) | 978-1-6654-4057-8/20/\$31.00 ©2021 IEEE | DOI: 10.1109/VRW52623.2021.00078.
- JANG, Kyoung-Mi, et al. Estimating objective (EEG) and subjective (SSQ) cybersickness in people with susceptibility to motion sickness. Lim). Publicado no Journal Elsevier, Applied Ergonomics, 2022, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103731>.



KAUFELD, Mara, et al. Optical see-through augmented reality can induce severe motion sickness. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-N. Germany, August, 2022, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2022.102283>.

KIM, Hyewon, et al. Clinical predictors of cybersickness in virtual reality (VR) among highly stressed people. *Scientific Reports*, 2021, 11:12139. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91573-w>.

KIM, Hyun, et al. Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*. Volume 69, May 2018, Pages 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016>.

KIM. Jinwoo, et al. A Deep Motion Sickness Predictor Induced by Visual Stimuli in Virtual Reality. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 33, no. 2, pp. 554-566, Feb. 2022, Doi: 10.1109/TNNLS.2020.3028080.

KIM. Woojae, et al. VR Sickness Versus VR Presence: A Statistical Prediction Model. *IEEE, Transactions on image processing*, Vol. 30, 2021. Disponível em: <https://www.ieee.org/publications/rights/index.html>.

KESHAVARZ, Behrang, et al. Detecting and predicting visually induced motion sickness with physiological measures in combination with machine learning techniques. Publicado no Journal Elsevier, 2021, p. 1-13, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.03.006>

KOACH, Andreas, et al. The Neurophysiology and Treatment of Motion Sickness. *Dtsch Arztebl Int*. 2018 Oct; 115(41): 687–996. Published online 2018 Oct 12. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0687.

KOURTESIS, Panagiotis, et al. Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. *Virtual Worlds 2022*, 1, p. 1-2. Firstpage-Lastpage; DOI: FOR PEER REVIEW [www.mdpi.com/journal/virtualworlds](http://www.mdpi.com/journal/virtualworlds).

KUO, Po-Chen, et al. VR Sickness Assessment with Perception Prior and Hybrid Temporal Features. 2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR) Milan, Italy, Jan 10-15, 2021. DOI: 10.1109/ICPR48806.2021.9412423.

KYOUNG-MI, Jang, et al. Estimating objective (EEG) and subjective (SSQ) cybersickness in people with susceptibility to motion sickness. *Appl Ergon*. 2022 Jul; 102:103731. Doi: 10.1016/j.apergo.2022.103731. Epub 2022 Mar 3. PMID: 35248910.

LAESSOE U, Abrahamsen S, et al. Motion sickness and cybersickness - Sensory mismatch. *Physiol Behav*. 2023, Janeiro 1;258:114015. DOI: 10.1016/j.physbeh.2022.114015. Publicado em 2022, Oct 30, PMID: 36323375.

LIÃO, CHUNG-YEN; et al. Using EEG and Deep Learning to Predict Motion Sickness Under Wearing a Virtual Reality Device. Received June 24, 2020, accepted July 1, 2020, date of publication July 9, 2020, date of current version July 22, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3008165.

LIM, Hyun Kyoan, et al. Test-retest reliability of the virtual reality sickness evaluation using electroencephalography (EEG). Publicado no Journal Elsevier, 2020, p. 1-6, *Neuroscience Letters*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135589>.

LOHMAN. Jesse, TURCHET. Luca. Evaluating Cybersickness of Walking on an Omnidirectional Treadmill in Virtual Reality. *IEEE Transactions On Human-Machine Systems*, Vol. 52, NO. 4, August, 2022. Disponível em: <https://www.ieee.org/publications/rights/index.html> for more information.



LUU, Wilson, et al. Effects of stereopsis on vection, presence and cybersickness in headmounted display (HMD) virtual reality. *Scientific Reports*, Austrália, 2021, p. 1-10, 11:12373. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89751-x>.

MAHMOOD, Faraz, et al. Augmented Reality and Ultrasound Education: Initial Experience. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 32, 2018, 1363-1367, p. 1-5.

NG, Drian K.T., CHAN, Leith K.Y. e LAU, Henry Y.K. A study of cybersickness and sensory conflict theory using a motion-coupled virtual reality system. Publicado no *Journal Elsevier*, 2019, p. 1-6, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2019.08.004>.

NOH, Sewon, PARK, Seunghoon; KIM, Gerard J. OnShipVR: Reducing Sea-sickness through Virtual Contents with Synchronized and Amplified Actual Ship Rotation. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. IEEE 2022, 978-1-6654-5365-3/22/\$31.00 ©2022 IEEE | DOI: 10.1109/ISMAR-ADJUNCT57072.2022.00171.

OH, HyeJin e LEE, GyuChang. Feasibility of full immersive virtual reality video game on balance and cybersickness of healthy adolescents. Publicado no *Journal Elsevier*, 2021, p.1-6, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.136063>.

OKUNO. Satoshi, SHIMIZU. Sota. Study on Displaying Images to Prevent VR Sickness as Maintaining Rich-Presence. *The 2022 International Power Electronics Conference (IPEC-Himeji 2022 -ECCE Asia)*. 2022, IEEE, Authorized licensed use limited to: Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Downloaded on April 15,2023 at 12:16:04 UTC from IEEE Xplore.

PARK. Um-Hyeon, YUN. Kwan, KIM. AndGerard J. Reducing VR Sickness by Directing User Gaze to Motion Singularity Point/Region as Effective Rest Frame. *IEEE Access*, vol. 11, pp. 34227-34237, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3263544.

PARK, SoHu e LEE, GyuChang. Full-immersion virtual reality: Adverse effects related to static balance. Publicado no *Journal Elsevier*, 2019, p. 1-4, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.134974>.

PETTIJOHN, Kyle A., et al. Virtual and augmented reality in a simulated naval engagement: Preliminary comparisons of simulator sickness and human performance. Publicado no *Journal Elsevier, Applied Ergonomics*, 2020, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103200>.

PÖHLMANN, Katharina Margareta Theresa, O'HARE, Louise, FÖCKER, Julia. Is Virtual Reality Sickness Elicited by Illusory Motion Affected by Gender and Prior Video Gaming Experience? *Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops, IEEE, 2021, (VRW) 978-1-6654-4057-8/21/\$31.00©2021 IEEE DOI: 10.1109/VRW52623.2021.00095*.

QIU, Ruxia, et al. Virtual reality-based targeted cognitive training program for Chinese older adults: A feasibility study. Publicado por *Journal Elsevier, Geriatric Nursing*, 2022, p. 35-41, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2022.06.007>.

RAHIMI, Kasra, BANIGAN, Colin e RAGAN, Eric D. Scene Transitions and Teleportation in Virtual Reality and the Implications for Spatial Awareness and Sickness. *IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS*, VOL. 26, NO. 6, JUNE 2020, p. 1-5. <https://www.ieee.org/publications/rights/index.html>

RYAN, Grace, et al. Virtual reality in midwifery education: A mixed methods study to assess learning and understanding. Published by Elsevier, september, 2022, p.1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105573>.





SALIMI Zohreh, FERGUSON-PELL, Martin Willian. Motion Sickness and Sense of Presence in a Virtual Reality Environment Developed for Manual Wheelchair Users, with Three Different Approaches. PLOS ONE, 16 (8): 2021, e0255898. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255898>.

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 11, n. 1, p. 83–89, 2007. apud DELGADO LOPES, Luana Monique. Inovações educacionais com no uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. ARTIGO Educação em Revista|Belo Horizonte|v.35|e197403|2019. EDUR • Educação em Revista. 2019; 35:e197403. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-46981974>.

SEVINCA, Volkan e ILKERB, Berkman Mehmet. Psychometric evaluation of Simulator Sickness Questionnaire and its variants as a measure of cybersickness in consumer virtual environments. Publicado no Jornal Elsevier, Applied Ergonomics, 2019, p. 1, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102958>.

SMYTH, Joseph, et al. A novel method for reducing motion sickness susceptibility through training visuospatial ability – A two-part study. Publicado no Journal Elsevier, Applied Ergonomics, 2020, p. 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103264>.

SZPAK. Ancrêt, et al. Getting the Most out of Virtual Reality: Evaluating Short Breaks to Reduce Cybersickness and Cognitive Aftereffects. Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), 978-1-6654-8402-2/22, IEEE, 2022 | DOI: 10.1109/VRW55335.2022.00119.

TAI, Yixin; YANG, Yu; WANG, Xiaotian. Development of VR Motion Sickness Test Platform Based on UE. International Conference on Culture-Oriented Science and Technology (CoST), 2022, 978-1-6654-6248-8/22/\$31.00 ©2022 IEEE, DOI 10.1109/CoST57098.2022.00043.

TSENG, Kevin C. e GIAU, Do Thi Ngoc. A feasibility study of using virtual reality as a pre-occupancy evaluation tool for the elderly. Publicado no Journal Elsevier, Automation in Construction, 2021, p. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104037>.

UGUR, Emel e KONUKSEVEN, Bahriye Ozlem. The potential use of virtual reality in vestibular rehabilitation of motion sickness. Japanese Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Inc. Published by Elsevier B.V. All rights reserved. E. Ugur and B.O. Konukseven / Auris Nasus Larynx 49, 2022, p. 768–781. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.anl.2022.01.012>.

WANG. Jialin, et al. Real-time Prediction of Simulator Sickness in Virtual Reality Games. Journal of Latex Class Files, vol. 14, n.8, august, 2015. Citation information: DOI 10.1109/TG.2022.3178539, IEEE, Transactions on Games.

WIENRICH, Carolin, OBREMSKI, David e ISRAEL, Johann Habakuk. Repeated experience or a virtual nose to reduce simulator sickness? – Investigating prediction of the sensorial conflict theory and the rest-frame hypothesis in two virtual games. Publicado no Journal Elsevier, Entertainment Computing, 2022, p. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2022.100514>.

WOJCIECHOWSKI. Przemyslaw, WOJTOWICZ. Konrad. Simulator sickness and cybersickness as significant indicators in a primary selection of candidates for FPV drone piloting. IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace). 978-1-6654-1076-2/22, 2022. DOI:10.1109, Metro Aerospace 54187.2022.9856141.

WOO, Ye Shin, et al. Recovery time from VR sickness due to susceptibility: Objective and quantitative evaluation using electroencephalography. Publicado no Journal Elsevier, Heliyon, 2022, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14792>.



WU, Jintao, et al. Inhibition-related N2 and P3: Indicators of visually induced motion sickness (VIMS). *International Journal of Industrial Ergonomics* 78, 2020, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102981>.

YEO, Sang Seok, KWON, Jung Won e PARK, Seo Yoon. EEGbased analysis of various sensory stimulation effects to reduce visually induced motion sickness in virtual reality. Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Dankook University, 119, Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungnam 31116, Republic of Korea, 2022, p. 1-2. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21307-z>.

VENKATAKRISHNAN, Roshan, et al. Comparative Evaluation of the Effects of Motion Control on Cybersickness in Immersive Virtual Environments. *Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 2642-5254/20, 2020, IEEE, DOI 10.1109/VR46266.2020.00090.

VENKATAKRISHNAN, Roshan, et al. Comparative Evaluation of the Effects of Motion Control on Cybersickness in Immersive Virtual Environments. *Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 2642-5254/20, 2020, IEEE, DOI 10.1109/VR46266.2020.00090.

ZHANG, Chen. Investigation on Motion Sickness in Virtual Reality Environment from the Perspective of User Experience. *3rd International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE)*, IEEE. Dalian, China, September 27-29, 2020.