

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CRIAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS ACESSÍVEIS E IMERSIVOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS FÍSICAS

João Victor Moura¹, Lucas Baggio Figueira¹, Anna Patricia Zakem China¹

¹Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

mourajoao2019@gmail.com, lucas.figueira@fatec.sp.gov.br,
anna.china@fatec.sp.gov.br

Resumo. Este artigo apresenta o projeto que tem como objetivo investigar o uso de inteligência artificial na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas. A metodologia adotada consiste em uma revisão de literatura, que engloba a análise das normas de acessibilidade WCAG 2.0 e estudos já publicados sobre o tema. Através da combinação de tecnologias como realidade virtual, aumentada e inteligência artificial, busca-se superar as barreiras enfrentadas por essas pessoas, proporcionando experiências imersivas e interativas. Considera-se que o desenvolvimento e a implementação dessas soluções podem contribuir para a melhoria da acessibilidade e inclusão desses indivíduos em ambientes virtuais.

Abstract. This article presents a project aimed at investigating the use of artificial intelligence in creating accessible and immersive virtual environments for people with physical disabilities. The methodology adopted consists of a literature review, which includes analysis of the accessibility standards WCAG 2.0 and previously published studies on the topic. Through the combination of technologies such as virtual and augmented reality, as well as artificial intelligence, the goal is to overcome barriers faced by these individuals, providing immersive and interactive experiences. The development and implementation of these solutions are believed to contribute to the improvement of accessibility and inclusion of these individuals in virtual environments.

1. Introdução

A evolução das tecnologias de inteligência artificial desempenha um papel crucial na melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiências físicas. Uma das aplicações promissoras é a criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos, que visam proporcionar experiências inclusivas e facilitar a interação dessas pessoas com o mundo digital. Esses ambientes combinam tecnologias como realidade virtual, aumentada e inteligência artificial, oferecendo possibilidades de interação e acesso a informações de maneira inovadora e eficiente.

Um exemplo relevante de aplicação dessa tecnologia é o desenvolvimento de sistemas de comunicação aumentativa e alternativa. Esses sistemas utilizam técnicas

avançadas de processamento de linguagem natural e reconhecimento de voz para facilitar a comunicação de pessoas com deficiências na fala. Essas tecnologias permitem a criação de ambientes virtuais que simulam situações do mundo real e fornecem informações auditivas e táteis, facilitando a navegação e a interação das pessoas com deficiências físicas.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo examinar a utilização de tecnologias avançadas para a criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos direcionados a pessoas com deficiências físicas. Serão analisados os avanços tecnológicos desta área, bem como os principais desafios a serem enfrentados e os impactos dessas soluções na promoção da inclusão e na melhoria da qualidade de vida desses indivíduos. Por meio dessa investigação, almeja-se contribuir para o avanço científico e tecnológico nesse campo, fornecendo subsídios para o desenvolvimento futuro de soluções inovadoras e acessíveis.

2. Fundamentação teórica

A utilização de inteligência artificial na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas requer uma compreensão sólida das diretrizes e normas de acessibilidade. Nesta seção, serão apresentadas as principais referências teóricas, com destaque para as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0, desenvolvidas pelo World Wide Web Consortium (W3C).

As Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0, são uma referência fundamental para garantir a acessibilidade de ambientes virtuais. Essas diretrizes estabelecem critérios técnicos e recomendações para tornar o conteúdo web acessível a todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou deficiências. Elas abrangem diferentes aspectos, como a estrutura e organização do conteúdo, a apresentação visual, a navegação e a interação.

Além disso, o estudo de Mendes, Araújo e Ramalho (2019) destaca a importância da realidade virtual, aumentada e inteligência artificial no desenvolvimento de sistemas de apoio a deficientes visuais. Essas tecnologias têm sido aplicadas de forma inovadora para melhorar a experiência de pessoas com deficiência visual, proporcionando novas formas de interação e acesso à informação. A revisão sistemática realizada pelos autores demonstrou os avanços recentes nesse campo e os benefícios dessas tecnologias para a inclusão e reabilitação de indivíduos com deficiências visuais.

De acordo com Camargo e Moreira (2017), o desenvolvimento de um sistema de comunicação aumentativa e alternativa baseado em inteligência artificial tem sido objeto de estudo na área da educação especial. Nesse estudo, os autores exploraram a aplicação da inteligência artificial para criar um sistema que auxilie na comunicação de pessoas com dificuldades de fala e linguagem. A pesquisa publicada na Revista Brasileira de Educação Especial destaca os avanços nesse campo e as possibilidades de uso da inteligência artificial para promover a comunicação efetiva nessas populações (CAMARGO; MOREIRA, 2017).

3. Tecnologias utilizadas na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos

Nesta seção serão abordadas e discutidas as ferramentas e recursos específicos empregados no desenvolvimento desses ambientes, visando fornecer uma compreensão abrangente das soluções tecnológicas utilizadas para promover a acessibilidade e a imersão nesse contexto.

3.1. Realidade virtual

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que oferece aos usuários uma experiência visual, auditiva e, em alguns casos, tátil, que os envolve e os transporta para ambientes virtuais. Ela tem sido amplamente empregada na criação de ambientes acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas, fornecendo oportunidades de interação e experiências sensoriais únicas (NEO; WON, 2021).

3.1.1 Conceito e funcionamento da realidade virtual

A Realidade Virtual (RV) faz uso de dispositivos como óculos de RV, controladores de movimento e fones de ouvido para criar uma sensação de presença em um ambiente virtual. Através da sobreposição de gráficos 3D, som surround e feedback tátil, os usuários podem explorar e interagir de forma imersiva em um ambiente simulado. Nesta seção, serão abordados os elementos essenciais da RV, incluindo o rastreamento de movimento, a renderização de imagens e o uso de interfaces de usuário intuitivas, com o objetivo de compreender como essa tecnologia contribui para a criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas (NEO, J. R. J., WON, 2021).

3.1.2 Aplicações da realidade virtual em ambientes acessíveis

A Realidade Virtual (RV) oferece um amplo leque de possibilidades para criar experiências personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos usuários. Uma das principais aplicações da RV é na área da reabilitação e terapia. Através de ambientes virtuais interativos, é possível proporcionar experiências imersivas que auxiliam na recuperação física, cognitiva e emocional de pessoas com deficiências. Um exemplo é a utilização de simulações de movimento e terapia física virtual, que permitem que indivíduos com deficiência motora pratiquem habilidades motoras e fortaleçam seus músculos (JONES; LATHAM; CAIRNS, 2020).

Além disso, a RV tem sido utilizada na educação inclusiva, proporcionando experiências de aprendizado imersivas e acessíveis para estudantes com deficiências. Essa tecnologia permite a criação de ambientes virtuais interativos, nos quais os estudantes podem explorar conceitos abstratos, realizar experimentos e interagir com objetos virtuais de forma mais envolvente.

3.1.3 Exemplos de projetos e pesquisas com realidade virtual

Um estudo conduzido por Camargo e Moreira (2017) propôs o desenvolvimento de um sistema de comunicação aumentativa e alternativa baseado em inteligência artificial, utilizando RV como meio de interação. O sistema permitiu que pessoas com deficiências

de fala e linguagem se expressassem por meio de avatares virtuais, facilitando a comunicação e proporcionando uma experiência imersiva de interação social.

De acordo com a pesquisa realizada por Mendes, Araújo e Ramalho (2019), foi identificado um conjunto de projetos e aplicativos que empregam realidade virtual (RV) em conjunto com inteligência artificial para desenvolver sistemas de apoio a deficientes visuais. Essas soluções simulam ambientes do mundo real e fornecem feedback tátil e sonoro aos usuários, promovendo a independência e a inclusão social dessas pessoas. Essa abordagem permite que os usuários explorem e interajam com o ambiente de forma segura e imersiva (MENDES; ARAÚJO; RAMALHO, 2019).

3.2 Realidade aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é outra tecnologia que desempenha um papel significativo na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas. De acordo com Santos et al. (2020), a RA combina elementos do mundo real com elementos virtuais, resultando em uma experiência interativa e enriquecida.

3.2.1 Definição e princípios da realidade aumentada

De acordo com Silva et al. (2018), a Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que sobreposta objetos e informações virtuais ao ambiente real, permitindo que os usuários interajam com esses elementos por meio de dispositivos tecnológicos. A RA utiliza técnicas como rastreamento de marcadores, reconhecimento de imagem e posicionamento global para integrar elementos virtuais ao mundo real (SILVA, et al., 2018).

3.2.2 Utilização da realidade aumentada em ambientes acessíveis

Segundo Camargo e Moreira (2017), a utilização da Realidade Aumentada (RA) em ambientes acessíveis tem mostrado promissor para aprimorar a experiência e a inclusão de pessoas com deficiências físicas. Sistemas baseados em inteligência artificial e RA permitem a criação de ambientes virtuais interativos nos quais pessoas com dificuldades de comunicação podem se expressar e interagir de forma mais eficaz. A sobreposição em tempo real de elementos virtuais possibilita a visualização de símbolos, palavras e frases, auxiliando na comunicação e expressão de ideias dessas pessoas (CAMARGO; MOREIRA, 2017).

3.2.3 Utilização da realidade aumentada para pessoas com deficiências físicas

Houve uma série de estudos que investigaram o uso da realidade aumentada (RA) para pessoas com deficiências físicas. Por exemplo, um estudo realizado por Cakir e Korkmaz (2019) revelou que a RA pode ser aplicada visando ao aprimoramento das habilidades de leitura em alunos com deficiência visual. Segundo a pesquisa, os alunos que utilizaram a RA demonstraram uma taxa de leitura mais elevada em termos de palavras por minuto e maior precisão em comparação aos alunos que não fizeram uso dessa tecnologia (CAKIR; KORKMAZ, 2019).

Outro estudo, realizado por Jones, Latham e Cairns (2020), constatou que a realidade aumentada (RA) pode ser aplicada com o intuito de aprimorar as habilidades de

navegação em indivíduos com limitações de mobilidade. Conforme o estudo, os participantes que utilizaram a tecnologia de RA demonstraram maior precisão e eficiência na navegação em comparação com aqueles que não fizeram uso dessa tecnologia (JONES et al., 2020).

De acordo com um estudo realizado por Rose, Brooks e Attree (2002), foi constatado que pessoas com deficiências de aprendizagem são capazes de utilizar um ambiente virtual e demonstram motivação para aprender por meio dessa forma de treinamento. Além disso, foi observado que a exploração ativa do ambiente virtual resulta em uma melhor memória da disposição espacial, enquanto o treinamento virtual também se mostrou eficaz na transferência para o desempenho em tarefas reais (ROSE; BROOKS; ATTREE, 2002).

3.3 O Uso da inteligência artificial na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos

A criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos tem se beneficiado do uso da inteligência artificial (IA) para aprimorar a experiência dos usuários. Como mencionado por Neo, Won e Shepley (2021), a IA desempenha um papel fundamental no desenvolvimento desses ambientes, permitindo a criação de interações realistas e personalizadas. A IA pode ser utilizada para gerar ambientes virtuais com comportamentos e respostas dinâmicas, adaptando-se às ações e preferências dos usuários. Além disso, a IA pode ser empregada na criação de personagens virtuais inteligentes, capazes de interagir de forma natural e realista com os usuários. Essa abordagem proporciona uma imersão mais profunda e envolvente, tornando os ambientes virtuais mais acessíveis e realistas para os usuários (NEO; WON; SHEPLEY, 2021).

¹Pesquisas anteriores sugerem que a realidade virtual (RV) é uma ferramenta útil para a pesquisa, permitindo simular características ambientais da vida real. Isso permite que os pesquisadores imerjam os participantes em contextos hipotéticos e estudem suas respostas a manipulações ambientais controladas, que seriam difíceis de examinar em ambientes reais (Parsons et al., 2007; Schwebel et al., 2008; Poelman et al., 2017; Ahn, 2018). Um trabalho considerável demonstrou a capacidade da RV de evocar respostas comportamentais em ambientes virtuais, mesmo quando o participante está ciente de que o ambiente não é "real", como em demonstrações clássicas do "experimento do abismo" (MEEHAN et al., 2003).

¹ Past research suggests that VR is a useful research tool to simulate real-life environmental features, as it allows researchers to immerse participants in hypothetical contexts and study their responses to controlled environmental manipulations otherwise difficult to examine in real-life environments (Parsons et al., 2007; Schwebel et al., 2008; Poelman et al., 2017; Ahn, 2018). Considerable work has demonstrated VR's ability to elicit behavioral responses to virtual environments, even when the participant is well aware that the environment is not "real" as in demonstrations of the classic "pit demo" (Meehan et al., 2003).

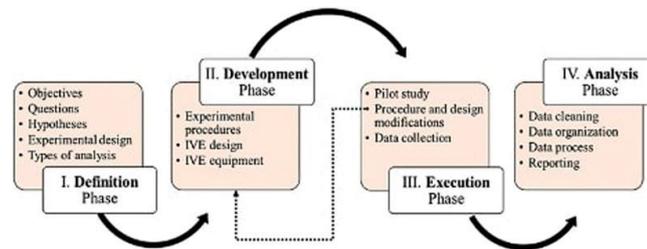


Figura 1. Four phases of IVE-based experimental studies
Fonte: (Heydarian e Becerik-Gerber, 2017)

Heydarian e Becerik-Gerber (2017) descrevem "quatro fases de estudos experimentais baseados em IVE" e discutem as melhores práticas a serem consideradas em diferentes fases dos estudos experimentais (Figura 1, Heydarian e Becerik-Gerber, 2017, conforme citado por Neo, Won e Shepley, 2021).

Pesquisadores da Universidade de Stanford utilizaram a IA para aprimorar as experiências de realidade virtual, abordando desafios relacionados à reprodução precisa de cores, contraste e clareza nas telas. Por meio de um novo algoritmo e técnica de calibração em tempo real, eles conseguiram criar imagens mais realistas. Além disso, desenvolveram uma técnica baseada em redes neurais para a criação de telas holográficas que proporcionam uma sensação de profundidade, aumentando a imersão nas experiências de realidade virtual. Essa abordagem inovadora tem o potencial de revolucionar a forma como os ambientes virtuais são vivenciados, especialmente em termos de acessibilidade e imersão (GASPARINI, 2021, Stanford News Service).

4. Normas e diretrizes para acessibilidade em ambientes virtuais

Nesta seção serão abordados os principais padrões e diretrizes recomendados para garantir a acessibilidade em ambientes virtuais destinados a pessoas com deficiências físicas. Será apresentada uma análise detalhada das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0, desenvolvidas pelo World Wide Web Consortium (W3C). Serão discutidos os critérios de sucesso e as adaptações necessárias para a aplicação dessas diretrizes em ambientes virtuais imersivos.

De acordo com o W3C (World Wide Web Consortium), as normas e diretrizes para acessibilidade em ambientes virtuais são essenciais para garantir que esses espaços sejam inclusivos e acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou deficiências físicas. Uma análise detalhada das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0, desenvolvidas pelo W3C, descreve critérios de sucesso e orientações específicas para tornar o conteúdo web acessível. Essas diretrizes abrangem aspectos como percepção, operabilidade, compreensibilidade e robustez. Ao aplicar essas diretrizes em ambientes virtuais imersivos, é possível classificar o nível de acessibilidade alcançado, permitindo uma experiência inclusiva e satisfatória para todos os usuários (W3C, 2023).

Os critérios de sucesso incluem a disponibilidade de alternativas textuais para elementos visuais, como descrições de imagem para pessoas com deficiência visual, legendas e transcrições para conteúdo de áudio e suporte para navegação e interação por meio de dispositivos assistivos. Além disso, adaptações podem ser necessárias para

garantir que os recursos de acessibilidade, como controles de tamanho ajustável e contraste de cores, estejam disponíveis e configuráveis dentro do ambiente virtual imersivo. A consideração cuidadosa desses critérios e adaptações permitirá que os ambientes virtuais imersivos sejam acessíveis e inclusivos para todos os usuários, independentemente de suas necessidades e habilidades visuais (CAKIR; KORKMAZ, 2019).

5. Materiais e métodos

Este estudo se baseou em uma pesquisa bibliográfica, que envolveu a busca em diversos livros, artigos e pesquisas já publicados. Essa abordagem nos permitiu analisar e avaliar estudos prévios, construindo uma base teórica sólida e aprofundada sobre o assunto em questão.

Cakir e Korkmaz (2019) investigaram a eficácia da realidade aumentada na melhoria das habilidades de leitura de estudantes com deficiência visual. O objetivo deste estudo foi explorar como o uso de ambientes virtuais imersivos poderia contribuir para a inclusão e o desenvolvimento desses estudantes.

Por sua vez, Camargo e Moreira (2017) exploraram o desenvolvimento de um sistema de comunicação aumentativa e alternativa baseado em inteligência artificial. A pesquisa teve como objetivo investigar como a inteligência artificial poderia ser aplicada para facilitar a comunicação de pessoas com deficiências físicas, proporcionando experiências mais acessíveis e eficientes.

Um estudo relevante adicional para esta pesquisa foi conduzido por Rose, Brooks e Attree (2002), no qual foi investigada a usabilidade e a utilidade do treinamento de pessoas com deficiências de aprendizagem em um ambiente virtual. O objetivo deste estudo foi avaliar como os ambientes virtuais poderiam ser utilizados como ferramentas eficazes para melhorar o aprendizado e a inclusão dessas pessoas.

Levando em consideração esses estudos, a presente pesquisa adotou a metodologia de revisão de literatura com o objetivo de obter uma compreensão abrangente do uso da inteligência artificial na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos para pessoas com deficiências físicas.

6. Desafios e limitações na implementação de ambientes virtuais acessíveis com inteligência artificial

A implementação de ambientes virtuais acessíveis com inteligência artificial apresenta uma série de desafios e limitações que devem ser considerados.

De acordo com Cakir e Korkmaz (2019), um dos principais desafios está relacionado à necessidade de adaptação dos recursos de acessibilidade para atender às necessidades específicas das pessoas com deficiências físicas. Para alcançar a efetividade desejada, é

fundamental compreender as barreiras enfrentadas por essas pessoas e desenvolver soluções personalizadas que sejam adequadas a cada indivíduo.

Além disso, Camargo e Moreira (2017) afirmam que há limitações tecnológicas a serem superadas. Questões como a precisão dos algoritmos, a disponibilidade de hardware e software adequados, e a capacidade de processamento são aspectos cruciais para proporcionar uma experiência imersiva e acessível.

A usabilidade e aceitação dos ambientes virtuais por parte das pessoas com deficiências físicas também são fatores-chave a serem considerados, conforme destacado por Rose, Brooks e Attree (2002). É fundamental que essas tecnologias sejam intuitivas e fáceis de usar, levando em consideração as necessidades e habilidades individuais.

Para além das questões técnicas e de usabilidade, a disponibilidade de recursos financeiros e o apoio institucional são desafios relevantes na implementação desses ambientes. Conforme mencionado por Cakir e Korkmaz (2019), um investimento significativo em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento é requerido, assim como a necessidade de parcerias entre instituições acadêmicas, empresas e organizações governamentais para viabilizar essas iniciativas.

Portanto, a implementação de ambientes virtuais acessíveis com inteligência artificial enfrenta desafios quanto à adaptação dos recursos de acessibilidade, superação das limitações tecnológicas, usabilidade e aceitação por parte dos usuários, bem como a obtenção de recursos financeiros e apoio institucional. Abordar esses desafios de forma integrada e colaborativa é essencial para a criação de soluções eficazes que promovam a inclusão e o acesso igualitário para pessoas com deficiências físicas.

7. Considerações finais

Os resultados analisados neste estudo sugerem que a aplicação da inteligência artificial nesse contexto apresenta um potencial promissor para aprimorar a acessibilidade e a inclusão de indivíduos com deficiências físicas. A utilização de tecnologias como realidade aumentada, comunicação aumentativa e alternativa baseada em inteligência artificial e treinamento em ambientes virtuais tem demonstrado benefícios consideráveis na melhoria de habilidades específicas, como leitura, comunicação e aprendizado.

No entanto, é importante ressaltar que ainda há desafios a serem superados para uma implementação mais ampla dessas soluções. Assegurar a disponibilidade de recursos tecnológicos acessíveis, adaptar as interfaces de usuário para atender a diferentes necessidades de pessoas com deficiências físicas e garantir a usabilidade e a eficácia dos ambientes virtuais são questões que requerem atenção contínua e melhorias contínuas.

Diante dessas considerações, as implicações futuras apontam para a necessidade premente de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas que ampliem o acesso e a qualidade dos ambientes virtuais acessíveis e imersivos. Além disso, é crucial incentivar parcerias entre pesquisadores, profissionais da área da saúde e educação e empresas de tecnologia, visando à criação de políticas públicas e estratégias

abrangentes que promovam a implementação generalizada e sustentável dessas soluções.

Considerando o potencial impacto positivo do uso de inteligência artificial na criação de ambientes virtuais acessíveis e imersivos, é essencial que estudos futuros se dediquem a aprofundar o conhecimento nessa área, explorando novas abordagens, tecnologias e práticas que impulsionem a inclusão e o desenvolvimento pleno de pessoas com deficiências físicas. Essa direção de pesquisa certamente promoverá avanços significativos e contribuirá para uma sociedade mais igualitária e acessível a todos.

A próxima etapa deste estudo consistirá na implementação e desenvolvimento de protótipos de ambientes virtuais acessíveis e imersivos, utilizando a inteligência artificial como base. Serão conduzidos experimentos e testes práticos para avaliar a eficácia dessas soluções na melhoria da acessibilidade e inclusão de pessoas com deficiências físicas. Além disso, serão investigadas estratégias para adaptar e personalizar as interfaces de usuário, levando em consideração as necessidades específicas de cada grupo de usuários. Acredita-se que essa etapa será fundamental para concretizar os benefícios teóricos identificados neste estudo, fornecendo contribuições tangíveis para a criação de ambientes virtuais mais acessíveis e inclusivos.

Referências

- CAKIR, A., & KORKMAZ, G. (2019). The effectiveness of augmented reality in improving reading skills of students with visual impairments. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 103-115. Disponível em: https://lailafeltbyhome.files.wordpress.com/2019/05/4-cakir-korkmaz2019_article_theeffectivenessofaugmentedrea.pdf
- CAMARGO, J. E. O.; MOREIRA, M. V. Desenvolvimento de um sistema de comunicação aumentativa e alternativa baseado em inteligência artificial. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 23, n. 1, p. 139-154, 2017.
- F. D. ROSE, B. M. BROOKS & E. A. ATTREE (2002) An exploratory investigation into the usability and usefulness of training people with learning disabilities in a virtual environment, *Disability and Rehabilitation*, 24:11-12, 627-633.
- GASPARINI, A. Stanford researchers are using artificial intelligence to create better virtual reality experiences. *Stanford News Service* (2021). Disponível em: <https://news.stanford.edu/2021/11/12/using-ai-create-better-virtual-reality-experiences/>. Acesso em: 23/05/2023.
- HEYDARIAN, A., AND BECERIK-GERBER, B. (2017). Use of immersive virtual environments for occupant behaviour monitoring and data collection. *J. Build. Perform. Simul.* 10 (5–6), 484–498. doi:10.1080/19401493.2016.1267801
- JONES, M., LATHAM, P., & CAIRNS, P. (2020). The use of augmented reality for navigation assistance for people with mobility impairments: A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 42(19), 2349-2360.
- MENDES, T. A. M.; ARAÚJO, R. F.; RAMALHO, G. L. Realidade virtual, aumentada e inteligência artificial no desenvolvimento de sistemas de apoio a deficientes

visuais: uma revisão sistemática. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 11, n. 1, p. 68-80, 2019.

NEO, J. R. J., WON, A. S., & SHEPLEY, M. M. (2021). Designing Immersive Virtual Environments for Human Behavior Research. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 603750. Disponível em <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.603750/full> (Acesso em 22/05/2023).

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em 22/05/2023.