



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

JOÃO VICTOR PEREIRA DAS NEVES

**REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL: UMA NOVA ERA PARA TREINAMENTOS
CORPORATIVOS**

RECIFE
2025

JOÃO VICTOR PEREIRA DAS NEVES

**REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL: UMA NOVA ERA PARA TREINAMENTOS
CORPORATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação,
Centro de Informática da Universidade
Federal de Pernambuco

Orientador (a): Adriano Augusto de Moraes Sarmento

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Neves , João Victor Pereira das .

Realidade aumentada e virtual: uma nova era para treinamentos corporativos
/ João Victor Pereira das Neves . - Recife, 2025.
69 : il.

Orientador(a): Adriano Augusto de Moraes Sarmento

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Informática, Sistemas de Informação - Bacharelado,
2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Realidade Aumentada. 2. Realidade Virtual. 3. Tecnologias Imersivas. 4.
Treinamento Corporativo. I. Sarmento, Adriano Augusto de Moraes .
(Orientação). II. Título.

000 CDD (22.ed.)

JOÃO VICTOR PEREIRA DAS NEVES

**REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL: UMA NOVA ERA PARA TREINAMENTOS
CORPORATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação,
Centro de Informática da Universidade
Federal de Pernambuco.

Aprovado em: 04/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adriano Augusto de Moraes Sarmiento (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Juliano Manabu Iyoda (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

RESUMO

No cenário atual, marcado pela transformação digital e pela busca por métodos de capacitação mais eficientes e engajadores, as organizações têm recorrido a soluções tecnológicas para superar as limitações dos treinamentos tradicionais. Neste contexto, as tecnologias imersivas vêm ganhando destaque como ferramentas promissoras para aprimorar o aprendizado. Este estudo busca identificar como as tecnologias imersivas, de Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos. Tem como objetivo principal explorar seus benefícios, desafios e impactos no aprendizado organizacional. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, realizada conforme o guideline de Kitchenham & Charters (2007), foram selecionados estudos publicados entre 2020 e 2024, nas bases de dados IEEE, Scopus, ScienceDirect e Emerald, totalizando 29 artigos para análise. Após a investigação, foi possível identificar que essas tecnologias estão sendo aplicadas em setores como indústria, saúde, corporativo, elétrica, construção e tecnologia de eventos. Trazendo benefícios como melhoria de aprendizagem, redução de erros operacionais e aumento da motivação e engajamento dos participantes. Dessa maneira, conclui-se que, apesar do alto potencial das tecnologias imersivas para transformar o treinamento corporativo, sua adoção também traz desafios para sua implementação, como carga cognitiva elevada, aspectos sociais e questões de usabilidade. Além disso, fatores que influenciam a aceitação e o engajamento dos funcionários incluem a familiaridade com o uso da tecnologia, a qualidade de design dos ambientes imersivos e a ocorrência de fadiga tecnológica.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Tecnologias Imersivas; Treinamento Corporativo.

ABSTRACT

In the current scenario, marked by digital transformation and the search for more efficient and engaging training methods, organizations have turned to technological solutions to overcome the limitations of traditional training. In this context, immersive technologies have gained prominence as promising tools to enhance learning. This study aims to identify how immersive technologies, such as Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR), are being applied in corporate training. Its main objective is to explore their benefits, challenges, and impacts on organizational learning.

Through a systematic literature review, conducted according to the guideline by Kitchenham & Charters (2007), studies published between 2020 and 2024 were selected from the IEEE, Scopus, ScienceDirect, and Emerald databases, totaling 29 articles for analysis. The investigation revealed that these technologies are being applied in sectors such as industry, healthcare, corporate environments, electrical engineering, construction, and event technology. They bring benefits such as improved learning outcomes, reduced operational errors, and increased motivation and engagement among participants.

Thus, it is concluded that, despite the high potential of immersive technologies to transform corporate training, their adoption also presents challenges for implementation, such as high cognitive load, social aspects, and usability issues. Additionally, factors influencing employee acceptance and engagement include familiarity with technology use, the quality of immersive environment design, and the occurrence of technology fatigue.

Keywords: Augmented Reality; Virtual Reality; Immersive Technologies; Corporate Training.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 CONTEXTO.....	8
1.2 MOTIVAÇÃO.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 TECNOLOGIAS IMERSIVAS.....	12
2.2 REALIDADE VIRTUAL.....	13
2.3 REALIDADE AUMENTADA.....	14
2.4 DIFICULDADES NO TREINAMENTO TRADICIONAL.....	16
2.5 RV E RA EM TREINAMENTOS.....	17
2.6 TRABALHOS RELACIONADOS.....	18
2.6.1 Immersive Technology for Training and Professional Development of Nuclear Power Plants Personnel.....	18
2.6.2 Gamified Immersive Safety Training in Virtual Reality: A Mixed Methods Approach.....	18
2.6.3 Performance Evaluation of AR/VR Training Technologies for EMS First Responders.....	19
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 PLANEJAMENTO.....	22
3.1.1 Questões de Pesquisa.....	22
3.1.2 Protocolo de Pesquisa.....	23
3.2 CONDUÇÃO.....	24
3.2.1 Critérios de Exclusão e Inclusão.....	24
3.2.2 Como os Critérios foram Aplicados.....	25
3.3 RELATO.....	25
3.3.1 Critérios de Qualidade.....	25
3.3.2 Seleção de Artigos.....	26
3.3.2 Coleta de Evidências.....	28
4 RESULTADOS.....	29
4.1 QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS SETORES QUE MAIS SE BENEFICIAM DA APLICAÇÃO DE RA E RV EM TREINAMENTOS?.....	30
4.1.1 - Indústria - (EP1, EP6, EP11, EP13, EP19, EP23, EP25, EP26).....	31
4.1.1.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV).....	31
4.1.1.2 - Benefícios com Realidade aumentada (RA).....	33
4.1.1.3 - Benefícios com ambas tecnologias (RA e RV).....	34
4.1.2 - Saúde (EP3, EP10).....	35
4.1.2.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV).....	35
4.1.2.2 - Benefícios com Realidade aumentada (RA).....	36
4.1.3 - Corporativo (EP4, EP8, EP17).....	36
4.1.3.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV).....	36

4.1.4 - Elétrica (EP20).....	38
4.1.4.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV).....	38
4.1.5 - Construção (EP29).....	39
4.1.5.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV).....	39
4.1.6 - Tecnologia de Eventos (EP5).....	40
4.1.6.1 - Benefícios com Realidade Aumentada (RA).....	40
4.2 QUAIS DESAFIOS AS ORGANIZAÇÕES ENFRENTAM AO IMPLEMENTAR RA E RV EM SEUS PROGRAMAS DE TREINAMENTO?.....	41
4.2.1 - Desafios com Realidade Virtual (RV).....	42
4.2.2 - Desafios com Realidade Aumentada (RA).....	45
4.3 AVALIAR OS BENEFÍCIOS DE RA E RV PARA OS FUNCIONÁRIOS/APRENDIZES EM TERMOS DE APRENDIZADO, RETENÇÃO DE CONHECIMENTO E DESEMPENHO.....	46
4.3.1 Benefícios da Realidade Virtual (RV).....	46
4.3.2 Benefícios da Realidade Aumentada (RA).....	49
4.4 QUAIS SÃO OS FATORES QUE INFLUENCIAM A ACEITAÇÃO E O ENGAJAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS COM AS TECNOLOGIAS DE RA E RV? 51	
4.4.1 Fatores que Influenciam a Aceitação e o Engajamento com a Realidade Virtual (RV).....	51
4.4.2 Fatores que Influenciam a Aceitação e o Engajamento com a Realidade Aumentada (RA).....	55
5 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – ARTIGOS SELECIONADOS.....	61
APÊNDICE B – PONTUAÇÃO DOS ARTIGOS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE QUALIDADE.....	68

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto, motivação, objetivos gerais e específicos, bem como a estrutura do documento.

1.1 CONTEXTO

O treinamento corporativo se caracteriza por ser um conjunto de métodos que as empresas utilizam para capacitar seus funcionários, com o objetivo de aprimorar os seus conhecimentos e competências técnicas, permitindo o desempenho das suas tarefas do dia a dia de maneira mais eficiente. Pode assumir vários tipos de formatos como Aulas Presenciais, Workshops e Mentorias (Grisosti, 2024).

De maneira geral, o treinamento é considerado um processo educacional que promove mudanças comportamentais nos indivíduos. Geralmente de curta duração, esse processo visa capacitar o profissional para atender às demandas imediatas do cargo que ocupa, focando em objetivos práticos e atuais (Andrade; Vilas Boas, 2009).

Segundo Chiavenato (2014), os colaboradores são considerados o recurso mais valioso das organizações, sendo fundamentais para seu sucesso e diferencial competitivo. Este sucesso está associado à presença de profissionais talentosos, eficientes e com disposição para assumir riscos, que impulsionam os negócios, desenvolvem produtos e oferecem serviços de excelência. Para que esse propósito seja alcançado é essencial o treinamento intenso e preparação adequada.

Apesar de trazer benefícios, os métodos tradicionais de treinamento como as palestras e cursos teóricos, podem em alguns casos, não fornecer uma experiência atrativa que engaje os participantes e permitam uma aplicação prática, uma vez que necessitam de instruções teóricas e manuais escritos, os quais não replicam de forma eficaz as condições dinâmicas e os riscos presentes em situações reais de trabalho. (Tatic; Tesic, 2017; Pribadi; Rahman; Silalahi, 2024).

Além disso, fatores como elevado volume de informações textuais e o perfil dos trabalhadores, por vezes com baixa escolaridade ou oriundos de contextos migratórios, tornam essas estratégias ainda menos eficazes. Quando o trabalhador inexperiente interage com sistemas perigosos, pode resultar em cenários potencialmente arriscados que venham a causar danos aos equipamentos ou até

gerar situações de risco para a sua integridade física (Gualtieri *et al.*, 2024; Mantelli *et al.*, 2023).

Diante desses desafios, é importante que as organizações busquem alternativas que permitam tornar os treinamentos mais interativos, seguros e funcionais. Para que os colaboradores se sintam mais engajados no processo, tenham uma melhor retenção de conhecimento e que possam facilitar a aplicação do conhecimento adquirido em um ambiente seguro, Shwedh e Aburayya (2024) indicam que houve uma relação benéfica entre a aplicação de treinamentos baseados em realidade aumentada e a retenção de conhecimento evidenciando o poder das tecnologias imersivas.

De acordo com Lee, Shan e Chen (2013), essas ferramentas proporcionam uma sensação de imersão ao confundir as linhas entre o mundo físico e digital aumentando o realismo entre as experiências virtuais. Essas soluções abrangem as tecnologias de realidade aumentada (RA), realidade virtual (RV) e realidade mista (RM).

A RA possibilita o envolvimento dos usuários com informações virtuais sobrepostas ao mundo físico. Adicionando recursos digitais ao mundo real permitindo melhorias nas experiências e interações entre os seus usuários. Enquanto a RV, permite o acesso a um ambiente virtual de maneira interativa com intuito de simular uma experiência da vida real. Já a RM caracteriza-se por um ambiente em que elementos reais e digitais são combinados e exibidos de forma integrada, possibilitando que os dois mundos coexistam e interajam dentro de um mesmo espaço (Suh; Prophet, 2018).

Estudos evidenciam as vantagens dessas tecnologias: Sharma e Minhas (2024) indicam que a RA traz benefícios em relação aos métodos tradicionais de treinamento, pois proporciona maior interesse e desempenho do aluno, como também melhores resultados de aprendizagem. Ademais, Sommerauer (2021) ressalta que os usuários emitiram elogios sobre o uso de RA para fins de treinamento, pois possibilita uma aprendizagem guiada e estruturada em etapas. Além de uma visualização clara, maior eficiência e flexibilidade em relação ao tempo e frequência.

De forma similar, a RV também oferece vantagens sobre os métodos tradicionais de treinamento em relação a precisão de tarefas, eficiência geral e o envolvimento do usuário contribuindo para o desenvolvimento de habilidades

operacionais e para maior segurança e confiabilidade nas aplicações do mundo real (Fang *et al.*, 2024).

1.2 MOTIVAÇÃO

A partir deste contexto, surge a motivação para este trabalho que levanta o seguinte problema: como as tecnologias imersivas, de Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos?

Esta análise será realizada por meio de uma revisão sistemática da literatura, seguindo a metodologia proposta por Kitchenham & Charters (2007), onde se pretende contribuir tanto para a academia quanto para o setor empresarial, fornecendo contribuições para que organizações possam adotar essas tecnologias de forma estratégica, segura e eficiente.

1.3 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo geral identificar como as tecnologias imersivas, de Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos, destacando seus benefícios, desafios e impactos no aprendizado organizacional. Foram estabelecidos quatro objetivos específicos. São eles:

- Entender quais são os principais setores que mais se beneficiam da aplicação de RA e RV em treinamentos?
- Entender quais desafios as organizações enfrentam ao implementar RA e RV em seus programas de treinamento?
- Avaliar os benefícios de RA e RV para os funcionários/aprendizes em termos de aprendizado, retenção de conhecimento e desempenho.
- Entender quais são os fatores que influenciam a aceitação e o engajamento dos funcionários com as tecnologias de RA e RV?

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi organizado em cinco seções:

Seção 1. Apresenta o contexto, a motivação, os objetivos geral e específicos, bem como a estrutura geral do trabalho.

Seção 2. Apresenta o referencial teórico, abordando as principais informações acerca de tecnologias imersivas, RV, RA, dificuldades no treinamento tradicional, RV e RA nos treinamentos e os trabalhos relacionados.

Seção 3. Descreve a metodologia e o passo a passo adotado para a realização da revisão sistemática.

Seção 4. Apresenta os resultados da revisão sistemática, respondendo a cada um dos objetivos específicos propostos.

Seção 5. Traz as as conclusões do trabalho.

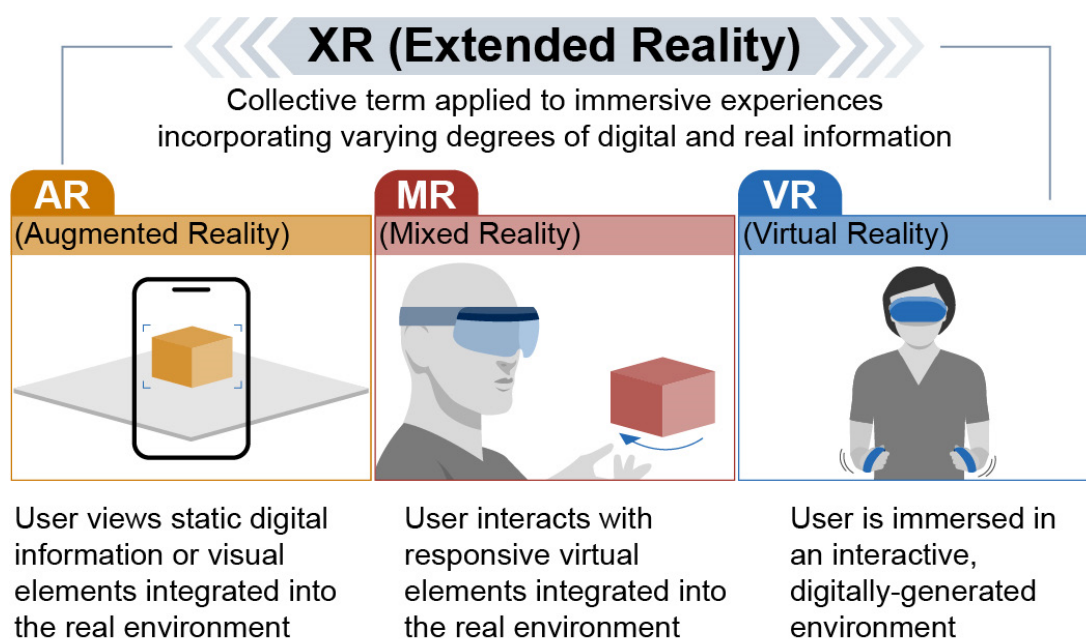
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS IMERSIVAS

A tecnologia imersiva é um termo que está associado às tecnologias que, através da neurociência do cérebro humano, permitem a extensão da realidade. Proporcionando, assim, novas experiências ao ligar uma realidade digital ou simulada com o mundo físico (Chengoden *et al.*, 2023).

Nesse contexto, as categorias mais comuns são: a realidade virtual (RV), que cria um ambiente digital totalmente imersivo, de maneira a suprimir o ambiente físico; a realidade aumentada (RA) que permite a sobreposição de elementos digitais ao mundo real; e a realidade mista (RM) que possibilita a interação com elementos digitais que poderão ser visualizados no ambiente físico. O termo realidade estendida (RE) funciona como um guarda-chuva que inclui RV, RA, RM, conforme ilustrado na Figura 1, e também qualquer outro tipo de tecnologia que altera a percepção da realidade (Chengoden *et al.*, 2023).

Figura 1 - Realidade Estendida



Source: GAO. | GAO-22-105541

Fonte: Science & Tech Spotlight: Extender Reality Technologies (2022)

Essas tecnologias estão sendo utilizadas em vários setores da indústria como entretenimento, educação, saúde, comércio eletrônico e imobiliária (Garcia, 2024). Segundo informações da Meticulous Research, o mercado de tecnologias imersivas tem a previsão de atingir US\$493,5 bilhões até 2030.

Diante das tecnologias imersivas apresentadas, o presente estudo se concentra na aplicação de RV e RA.

2.2 REALIDADE VIRTUAL

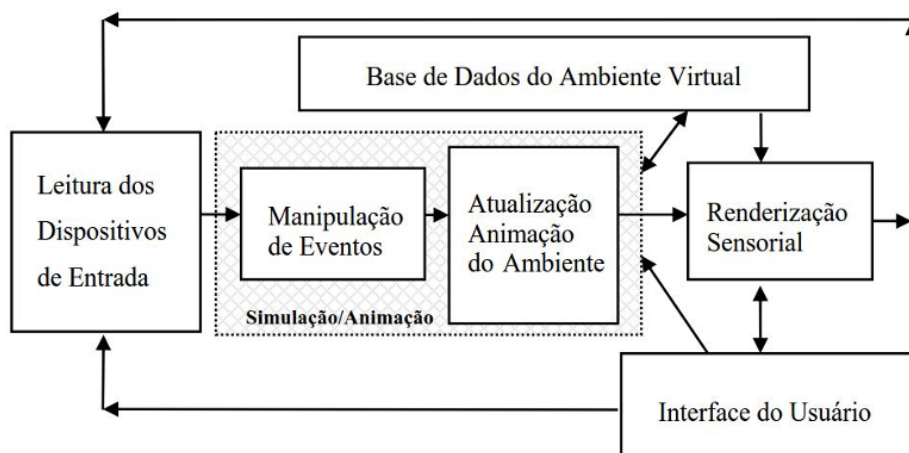
A realidade virtual busca proporcionar o desenvolvimento de um ambiente virtual, nos quais o indivíduo é imerso e pode interagir por meio de dispositivos específicos que permitem simular espaços e fornecer *feedbacks*, buscando proporcionar uma simulação autêntica ao do mundo real (Boas, 2013).

Para proporcionar a interação com o usuário, essa tecnologia utiliza os seus canais de entrada e saída, que possibilitam registrar a localização do usuário e o movimento da cabeça e das mãos, como também a visão do ambiente virtual, transmissão de sons e respostas táteis.

O ambiente virtual é carregado a partir de um banco de dados que armazena os elementos do cenário, sendo esses dados carregados na memória conforme necessário. Quando existe um grande volume de informações, o carregamento ocorre gradualmente, acompanhando a navegação do usuário. A Figura 2 mostra um diagrama simplificado do processamento de um sistema de realidade virtual (Tori; Hounsell; Kirner, 2018).

Os dispositivos mais comuns de realidade virtual são o Head-Mounted Display, ou visor montado na cabeça que permite ao usuário visualizar imagens em 3D com um amplo ângulo de visão. Sua câmera virtual ajusta sua posição conforme o movimento da cabeça do usuário, normalmente fazendo-se uso de giroscópio e acelerômetro (Boas, 2013).

Figura 2 - Processamento do sistema de realidade virtual.



Fonte: Tori; Hounsell; Kirner (2018)

A RV está sendo utilizada em vários campos da indústria. O estudo de (Wohlgenannt; Simons; Stieglitz, 2020) destaca algumas delas, como: varejo, para integrar novos funcionários e melhorar a experiência de compra dos clientes; transportes, para a prototipagem de carros e treinamentos em trens; consultoria, para a realização de treinamentos de diversidade e recrutamento pessoal; saúde, para treinar cirurgiões; energia, para instruir os trabalhadores de subestações usando RV; e esporte, com a possibilidade de treinar jogadores e identificar novos talentos no futebol.

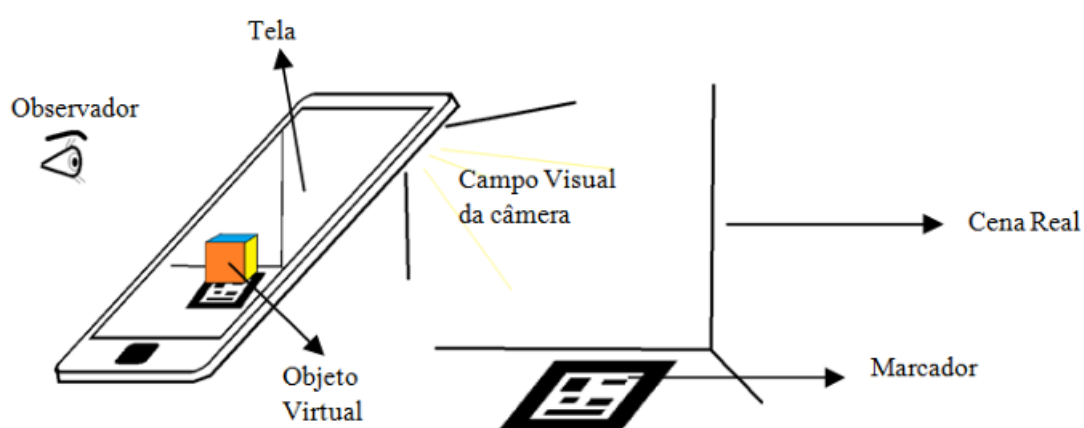
2.3 REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumentada, possibilita a combinação de imagens que foram criadas virtualmente com o ambiente real. De forma a complementar um cenário real com os dados transmitidos pelo computador. Isto é possível por meio de dispositivos ópticos, sendo fundamental que a formação da imagem seja feita com precisão. Diferente da RV que tenta gerar um ambiente totalmente imersivo, a RA permite que o indivíduo tenha o sentimento de presença no mundo real dessa maneira, não sendo totalmente imersivo (Netto; Machado; Oliveira, 2002). Alguns dispositivos que utilizam a RA são o Google Glass, HoloLens, smartphones e tablets (Arena *et al.*, 2022).

Essa tecnologia pode ser aplicada de várias maneiras, segundo (Arena *et al.*, 2022). Algumas delas são: RA baseada em marcadores, RA sem marcadores, RA por projeção e RA por sobreposição.

A RA baseada em marcadores está ilustrada na Figura 3, onde utiliza uma câmera para encontrar um marcador específico no ambiente físico. Ao encontrar esse marcador, o dispositivo exibe as informações específicas relacionadas a ele, um exemplo comum são os QR codes, pois são reconhecidos facilmente pelos aplicativos.

Figura 3 - Funcionamento da RA



Fonte: Macedo; Silva; Buriol (2016)

Já a RA sem marcadores, é a mais comum em aplicativos de RA, pois ela usa os sensores integrados aos dispositivos como GPS, bússola digital e acelerômetro para que, com base na posição do usuário, possa orientar a exibição de informações. É útil para o mapeamento e localização de endereços.

A RA por projeção, por sua vez, projeta luz ou imagens em superfícies reais, permitindo a interação quando há uma diferença entre a projeção esperada e a projeção real, sendo necessário mais poder de processamento do dispositivo para aproveitar a experiência.

Por fim, a RA por sobreposição permite o reconhecimento de objetos reais e, por meio disso, amplia a visualização desses objetos na versão virtual. Aqui é importante que a RA reconheça o objeto com precisão para que o aplicativo substitua a visualização original por uma que possa ser ampliada.

Da mesma forma que a RV, a RA é útil em diversos setores como: Saúde, ajudando o processo de coleta de sangue, e também em cirurgias, permitindo a visualização tridimensional da parte do corpo a ser operada. Em escolas, possibilita a melhor compreensão de conceitos técnicos, por exemplo, para visualizar o sistema solar pelo smartphone. Para o comércio pode ser benéfica para ajudar clientes durante a compra, vendo o produto em tempo real com várias características diferentes. Em turismo, está sendo utilizada em museus para visitas guiadas. (Arena *et al.*, 2022).

2.4 DIFICULDADES NO TREINAMENTO TRADICIONAL

De acordo com Chiavenato (2014), o treinando precisa de algum incentivo para motivá-lo a aprender. A partir do momento em que essa motivação é alcançada, permite-se que os trabalhadores tenham uma atenção maior para suas atividades, além de fortalecer aquilo que foi aprendido. Ademais, o indivíduo deve possuir a capacidade de aprender com clareza os diversos conteúdos que serão apresentados durante o treinamento para que esse conhecimento seja aplicado em seu ambiente de trabalho.

É essencial que esse ambiente seja muito parecido com o ambiente real, de forma que se possa colocar em prática, de maneira rápida, aquilo que foi aprendido, e que o material utilizado seja moderno e prazeroso, evitando que se torne algo entediante.

Entretanto, observa-se algumas dificuldades nos métodos tradicionais de treinamento. O (EP20) destaca que, no setor de saúde e segurança ocupacional, persiste uma lacuna: esses métodos ainda não conseguem engajar os aprendizes nem simular situações perigosas que os trabalhadores podem encontrar. Isso ocorre em parte, devido à predominância de abordagens didáticas e materiais estáticos, precisando de alternativas inovadoras que empreguem tecnologias imersivas para suprir essas lacunas e melhorar a eficácia do treinamento.

Outro ponto relevante foi evidenciado por (Xie *et al.*, 2021) que destacaram que o treinamento presencial traz algumas limitações: 1) demora devido ao trabalho para organizar o ambiente de treinamento e se deslocar até o local; 2) custo de materiais e contratação de treinadores; 3) às vezes, podem ser menos atrativo

devido a ausência de dicas visuais e 4) não é muito viável para os procedimentos de emergência que precisam de simuladores para o treinamento com segurança.

2.5 RV E RA EM TREINAMENTOS

Chiavenato (2014) afirma que é importante proporcionar tempo para que o treinando compreenda o que foi aprendido, para que se tenha maior confiança na hora de realizar suas atividades. Esse processo é reforçado pela necessidade de prática contínua e repetição, possibilitando que o conhecimento adquirido seja aplicado no ambiente de trabalho de forma satisfatória e contribua para mudanças positivas nas técnicas e habilidades utilizadas.

Nesse contexto, as tecnologias como a RA e a RV surgem como instrumentos poderosos para reforçar essa prática contínua e proporcionar experiências de aprendizado mais dinâmicas e realistas. Oliveira *et al.* (2020) desenvolveram um sistema de realidade virtual para treinamento em manutenção de motores industriais, demonstrando que a tecnologia RV pode ser uma ferramenta eficaz e acessível para capacitação técnica, especialmente em contextos onde o equipamento real é de difícil acesso.

De forma complementar, Nykänen *et al.* (2020) demonstraram que treinamentos em realidade virtual imersiva superaram métodos tradicionais baseados em palestras, no setor de construção civil, elevando a motivação, autoeficácia e desempenho em segurança, com destaque para a experiência prática e o engajamento dos participantes, oferecendo uma nova alternativa para os métodos de aprendizagem de forma passiva.

Além da RV, a RA também tem se mostrado uma solução eficaz para os treinamentos corporativos. Segundo Martins; Jorge; Zorzal, (2023), a RA oferece diversos benefícios, tais como custos reduzidos, personalização, rápido acesso a informações, aumento da confiança, apoio à tomada de decisões, baixa taxa de erros, tempo de treinamento reduzido e melhorias na segurança, entre outros.

Assim, observa-se que tanto a RV quanto a RA contribuem significativamente para a modernização dos treinamentos corporativos, oferecendo simulações realistas, melhorando a retenção de conhecimento e proporcionando maior segurança e eficiência no processo de aprendizado.

2.6 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, serão apresentados três estudos que possuem relação com os objetivos deste trabalho: o de identificar como as tecnologias imersivas, de RA e RV, estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos. Os trabalhos apresentam aplicações em alguns setores como energia nuclear, transporte ferroviário e serviços médicos de emergência.

2.6.1 Immersive Technology for Training and Professional Development of Nuclear Power Plants Personnel

Neste estudo, Popov *et al.* (2021) analisam a aplicação das tecnologias imersivas de RV e RA no treinamento e desenvolvimento profissional de pessoal em usinas nucleares. Os autores destacam que essas tecnologias oferecem um ambiente seguro tanto para os participantes quanto para os equipamentos, e realista para a simulação de operações rotineiras e emergenciais, reduzindo custos e riscos associados ao treinamento tradicional.

Além disso, o estudo explora como RV e RA podem ser utilizadas para a popularização de carreiras no setor nuclear entre jovens, por meio de jogos educativos e simuladores interativos. Os resultados demonstram que a implementação dessas ferramentas melhora a eficiência operacional, otimiza a manutenção de equipamentos e fortalece a segurança nas usinas.

2.6.2 Gamified Immersive Safety Training in Virtual Reality: A Mixed Methods Approach

O estudo de Bolouri; Katende; Rossi (2024) explorou o uso de realidade virtual imersiva gamificada para treinamento de segurança no ambiente de trabalho, empregando uma abordagem de métodos mistos que combinou revisão sistemática da literatura com um estudo de caso na empresa ferroviária SJ, onde operadores praticaram combate a incêndios com headsets.

Após a análise, foram apresentados sete temas centrais que definem o treinamento de segurança imersivo gamificado, incluindo a capacidade de despertar interesse motivador, proporcionar um espaço seguro e a sensação de segurança, emular conscientização sobre segurança, fornecer informações sobre o treinamento de forma clara, despertar curiosidade ao explorarem funcionalidades sem causarem danos físicos, poderem ter um feedback na sua situação atual de diferentes maneiras e por fim, conectar efetivamente o treinamento ao contexto real do trabalho. Esses temas foram posteriormente agrupados em três categorias principais: a Experiência de Atração e Repulsão, que combina motivação e curiosidade; a Experiência de Fluxo, relacionada à imersão, clareza de objetivos e *feedback* imediato; e a Experiência de Integração, que destaca a vinculação entre o treinamento e as práticas laborais cotidianas.

Os autores concluíram que a gamificação em realidade virtual imersiva não só aumenta o engajamento e a retenção de conhecimento, mas também cria um ambiente seguro para simular situações de risco, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

2.6.3 Performance Evaluation of AR/VR Training Technologies for EMS First Responders

Neste estudo, Koutitas; Smith; Lawrence (2021) apresentam um framework de treinamento para primeiros respondentes (profissionais que são os primeiros a chegar e atuarem em situações de emergência) utilizando tecnologias de realidade aumentada e virtual, com o propósito de examinar como essas tecnologias podem melhorar o desempenho do treinamento em um ônibus ambulância (AMBUS). Existe uma dificuldade em capacitar equipes médicas de emergência (EMS) nesses veículos, devido à escassez de oportunidades de treinamento presencial e à necessidade de atualização constante em caso de modificações estruturais que acontecem dentro dos ônibus.

Foi desenvolvido um framework de treinamento baseado em metodologias de *design thinking*, criando experiências imersivas tanto em RA utilizando o HoloLens quanto em RV por meio do Oculus Rift. O estudo comparou três grupos: um com treinamento tradicional realizado com apresentação powerpoint e orientação de 1

hora no AMBUS, outro com RA e um terceiro com RV. Os resultados demonstraram que as tecnologias imersivas superaram significativamente o método convencional melhorando a precisão e velocidade, com a RV se destacando por aumentar a precisão das tarefas em 46% e reduzir o tempo de execução em 29,3%, enquanto a RA obteve melhorias de 34,5% em precisão e 10% no tempo da tarefa.

O Quadro 1 apresenta uma comparação entre as principais diferenças e semelhanças entre os trabalhos relacionados escolhidos e este trabalho proposto.

Quadro 1 - Comparação entre os trabalhos relacionados e o proposto

Crítérios	Popov <i>et al.</i>, 2021	Bolouri; Katende, 2024	Koutitas; Smith; Lawrence, 2021	Trabalho Proposto
Objetivo do estudo	Analisa a aplicação de RV e RA no treinamento de pessoal em usinas nucleares e a popularização da área	Explorar como a gamificação influencia a experiência de aprendizagem no ambiente de trabalho (WPL) por meio de treinamentos de segurança imersivos utilizando tecnologia de realidade virtual.	Buscou desenvolver e avaliar um framework de treinamento para socorristas usando RA e RV para melhorar a precisão e a velocidade na execução de tarefas.	Identificar como as tecnologias imersivas, de Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos.
Método de pesquisa	Análise de casos e experimentos práticos.	Uma abordagem de métodos mistos, combinando uma revisão sistemática da literatura com um estudo de caso empírico	Combinou uma abordagem de design thinking com a criação de protótipos RA e RV e testes, utilizando métricas quantitativas e qualitativas para comparar o desempenho	Revisão sistemática da literatura
Tecnologias	RV e RA	RV	RV e RA	RV e RA

Fonte: De autoria própria.

3 METODOLOGIA

Este trabalho utiliza como metodologia uma Revisão Sistemática da Literatura, que é uma abordagem estruturada para identificar, avaliar e interpretar todas as evidências relevantes disponíveis sobre uma questão de pesquisa, seguindo as diretrizes propostas por Kitchenham & Charters (2007). Essas diretrizes abrangem três etapas: planejamento, condução e relato. Que serão demonstradas a seguir.

3.1 PLANEJAMENTO

3.1.1 Questões de Pesquisa

Segundo Kitchenham & Charters (2007), especificar as perguntas de pesquisa é a parte mais importante de qualquer revisão, servindo como guia para toda a metodologia da revisão sistemática.

Desse modo, esta revisão sistemática tem como questão central de pesquisa responder: como as tecnologias imersivas, de Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos? Para responder esta questão foram definidas quatro questões secundárias apresentadas a seguir no Quadro 2.

Quadro 2 - Questões secundárias e suas Motivações.

Pergunta de Pesquisa	Motivação
QS1: Quais são os principais setores que mais se beneficiam da aplicação de RA e RV em treinamentos?	Identificar os setores encontrados nos estudos e os benefícios da aplicação das tecnologias de RA e RV para cada setor.
QS2: Quais desafios as organizações enfrentam ao implementar RA e RV em seus programas de treinamento?	Identificar os desafios enfrentados pelas empresas ao implementar RA e RV em seus programas de treinamento.
QS3: Quais são os benefícios de RA e RV para os funcionários/aprendizes em termos de aprendizado, retenção de conhecimento e desempenho?	Identificar os benefícios que o treinamento com tecnologias de RA e RV trouxeram para os funcionários/aprendizes.

QS4: Quais são os fatores que influenciam a aceitação e o engajamento dos funcionários com as tecnologias de RA e RV?	Identificar quais fatores afetam como os funcionários aceitam e se engajam com as tecnologias de RA e RV
---	--

Fonte: De autoria própria.

3.1.2 Protocolo de Pesquisa

Para a definição da *string* de busca, inicialmente foram definidas as principais palavras chave e os sinônimos relacionados a elas conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Palavras-chave e sinônimos

Palavras-chave	Sinônimos
Augmented Reality	AR
Virtual Reality	VR
Corporate training	Workplace training, Employee development, Company training, Workplace Learning

Fonte: De autoria própria.

Dessa maneira, se obteve a seguinte string de busca:

((("Augmented reality" OR "AR") OR ("Virtual reality" OR "VR"))) AND
 ("Corporate training" OR "Workplace training" OR "Employee development" OR
 "Company training" OR "Workplace Learning")

3.2 CONDUÇÃO

As buscas pelos artigos foram realizadas em quatro bases de pesquisa, considerando o período de 2020 a 2024. Nesta primeira pesquisa, utilizando a *string* de busca definida, se obteve 627 artigos, os quais foram distribuídos da seguinte forma, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Resultados da Busca Inicial: Quantidade de Artigos Retornados por Base de Pesquisa

Base de Pesquisa	Quantidade de Artigos
IEEE	18
Scopus	43
ScienceDirect	236
Emerald	330

Fonte: De autoria própria.

3.2.1 Critérios de Exclusão e Inclusão

Para a garantia da qualidade e relevância dos artigos coletados na busca inicial, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão e inclusão apresentados a seguir.

Critérios de Exclusão:

- CE01 - Artigos fora do período da pesquisa (2020 a 2024);
- CE02 - Artigos pagos, mesmo em ambiente acadêmico (VPN do CIn);
- CE03 - Artigos secundários ou terciários;
- CE04 - Artigos não relacionados ao tema e perguntas da pesquisa;
- CE05 - Artigos indisponíveis para download ou visualização;
- CE06 - Publicações com menos de 4 páginas;
- CE07 - Artigos incompletos;

A partir do momento em que o artigo se encaixava em qualquer um desses critérios de exclusão apresentados, ele era removido desta revisão sistemática.

Critérios de Inclusão:

CI01 - Artigos relacionados ao tema e perguntas da pesquisa;

CI02 - Artigos completos;

CI03 - Artigos dentro do período de (2020 a 2024);

CI04 - Artigos primários;

3.2.2 Como os Critérios foram Aplicados

O processo de seleção dos estudos seguiu algumas etapas. Inicialmente, todos os resultados obtidos através da string de busca nas bases de pesquisa foram registrados em uma planilha (627 artigos).

Em seguida, foi realizada a análise dos critérios de inclusão e exclusão, descartando os artigos sem relevância.

Logo após, foi realizada a aplicação de dois filtros:

Filtro 01: Era realizada a leitura do título e resumo do artigo para verificar sua relevância para responder às questões deste trabalho.

Se, após a leitura (aplicação do filtro 01), ainda houvesse dúvidas se o artigo é válido ou não, era aplicado o:

Filtro 02: Que consistia na leitura da introdução e conclusão do artigo.

3.3 RELATO

3.3.1 Critérios de Qualidade

Depois de passarem pelos filtros 1 e 2, os artigos selecionados foram submetidos a avaliação de qualidade, sendo definidos 5 critérios:

1. Metodologia clara;
2. Aplicação bem descrita;
3. Modelo ou propostas bem definidos;
4. Discutiu sobre os resultados encontrados;
5. Mencionou desafios, limitações ou ameaças;

Todos os artigos foram analisados com base nesses critérios. Atribuindo para cada critério uma pontuação estabelecida da seguinte forma:

- 0 - Não Atende ao Critério;
- 0,5 - Atende Parcialmente;
- 1 - Atende;

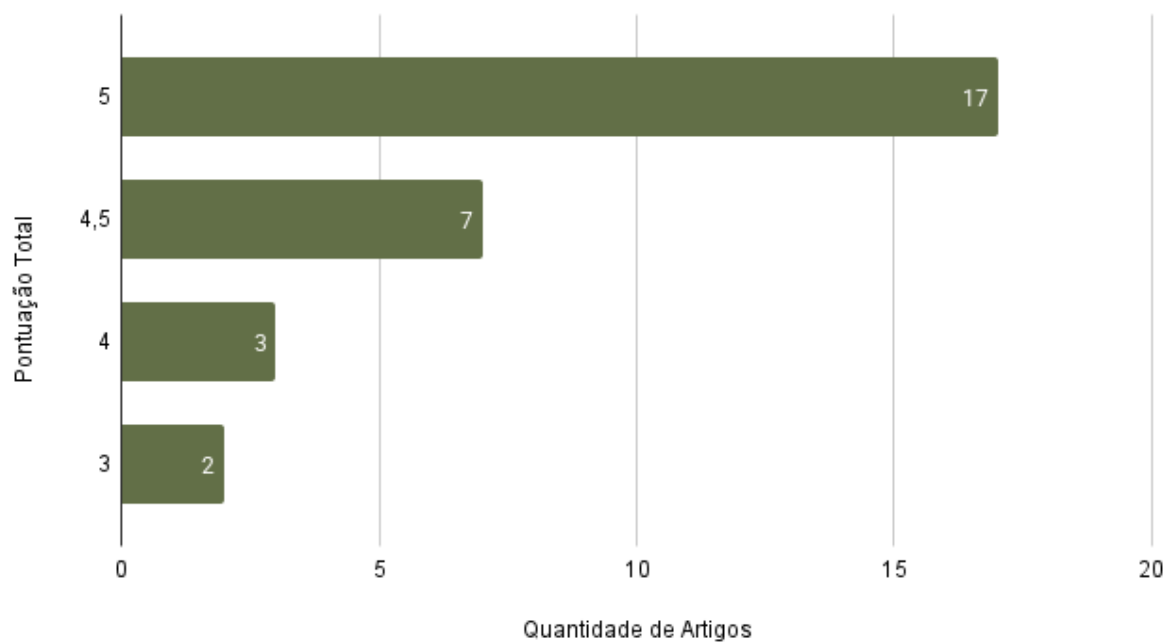
A pontuação final do artigo é estabelecida a partir do somatório de cada uma das notas estabelecidas para cada um dos critérios. Se a pontuação do artigo for maior ou igual a 3 o artigo era selecionado para responder às questões de pesquisa desta revisão sistemática.

3.3.2 Seleção de Artigos

Após a avaliação dos critérios de qualidade, foi observado que todos os artigos atenderam a pontuação mínima exigida, totalizando assim, 29 estudos para a leitura na íntegra.

O Gráfico 1 apresenta a qualificação dos artigos de acordo com os critérios de qualidade e o Quadro 4 exhibe a evolução deste processo de coleta. Os 29 artigos selecionados se encontram no Apêndice A e a pontuação dos artigos de acordo com os critérios de qualidade no Apêndice B.

Gráfico 1 - Qualificação dos artigos de acordo com os critérios de qualidade



Fonte: De autoria própria.

Quadro 4 - Evolução do processo de coleta

Filtro 01 - Título e Resumo	Filtro 02 - Introdução e Conclusão	Avaliação de Qualidade
IEEE: 3 Scopus: 8 ScienceDirect: 15 Emerald: 1	IEEE: 3 Scopus: 9 (+1) ScienceDirect: 15 Emerald: 2 (+1)	IEEE: 3 (=) Scopus: 9 (=) ScienceDirect: 15 (=) Emerald: 2 (=) Total: 29 Artigos

Fonte: De autoria própria.

3.3.2 Coleta de Evidências

De acordo com Kitchenham & Charters (2007), para registrar as informações coletadas pelos pesquisadores nos estudos primários é necessário que as informações sejam tabuladas de forma consistente com a questão da revisão. Deve-se estruturar as tabelas para se obter semelhanças e diferenças entre as conclusões dos estudos.

Para a extração das evidências nos artigos aprovados foi criada uma planilha contendo as informações de cada artigo (título, autores, ano de publicação, fonte base, link). Para cada artigo, se ele respondia alguma das questões secundárias a sua evidência (texto literal) era adicionada à planilha. Cada resposta foi classificada em uma das seguintes categorias:

- Responde Completamente;
- Responde Parcialmente;
- Não Responde.

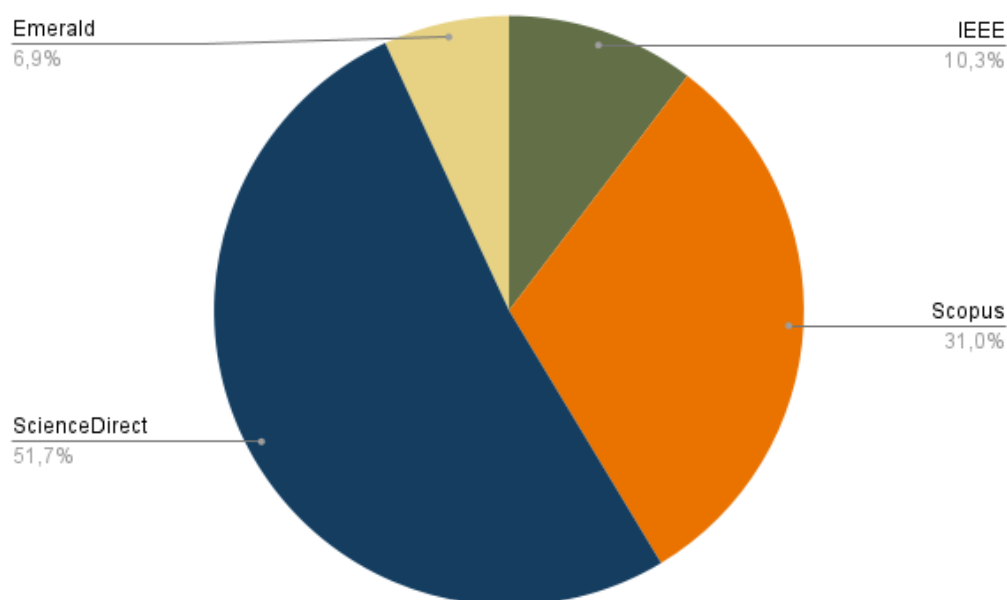
Além da leitura na íntegra dos artigos, foi utilizada a ferramenta NotebookLM para a identificação de trechos importantes. A síntese dos dados é apresentada no capítulo de resultados.

4 RESULTADOS

A última etapa da revisão sistemática consiste em redigir os resultados obtidos e divulgá-los às partes interessadas Kitchenham & Charters (2007).

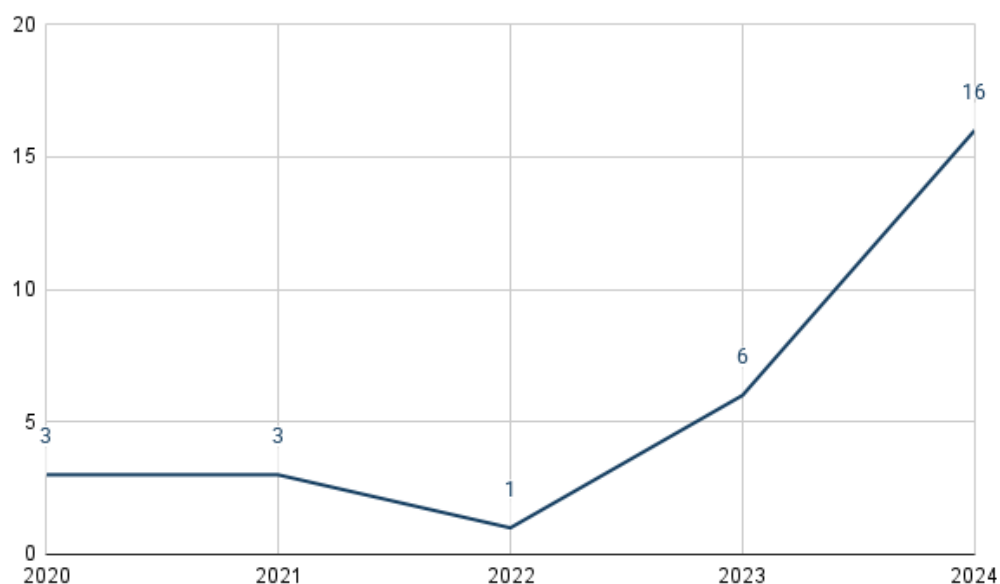
Desse modo, os 29 artigos selecionados foram distribuídos da seguinte forma: 3 do IEEE, 9 do Scopus, 15 do ScienceDirect, 2 do Emerald. A distribuição dos artigos por base de pesquisa é exibida no Gráfico 2. Todos estão listados no Apêndice A, classificados como estudos primários (EP), numerados de EP1 a EP29.

Gráfico 2 - Concentração dos estudos selecionados por base de pesquisa



Fonte: De autoria própria.

Também foi possível perceber um aumento significativo no número de publicações sobre o tema entre os anos de 2023 e 2024, conforme apresentado no Gráfico 3, sugerindo um interesse crescente por parte da comunidade acadêmica.

Gráfico 3 - Distribuição de artigos por ano

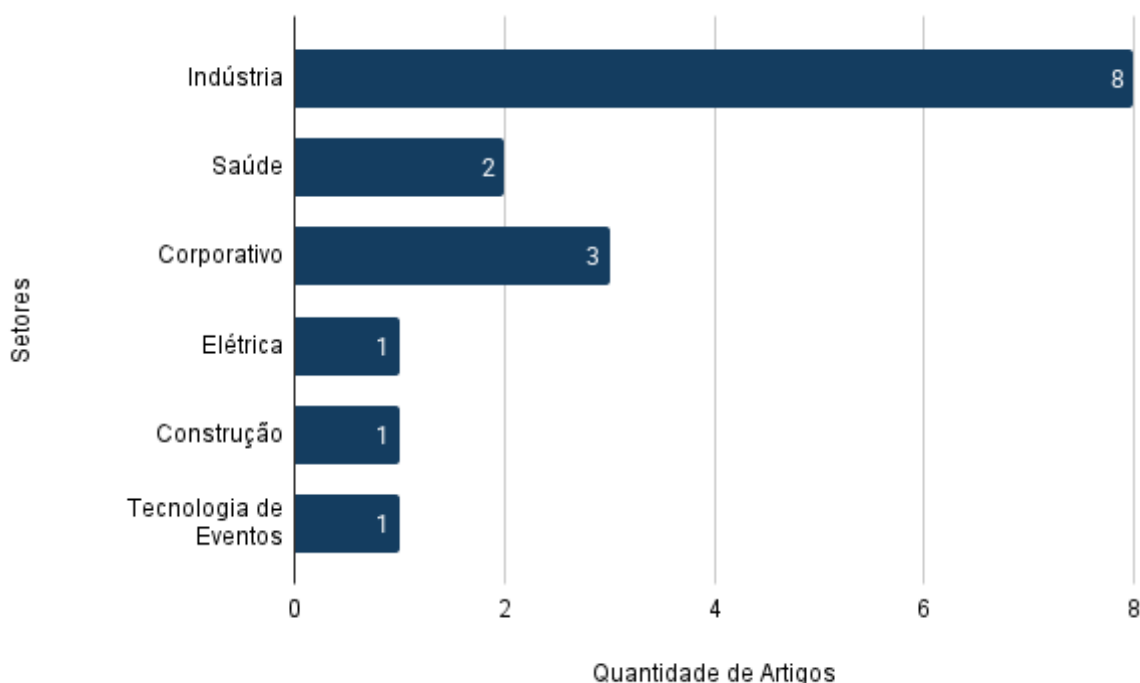
Fonte: De autoria própria.

4.1 QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS SETORES QUE MAIS SE BENEFICIAM DA APLICAÇÃO DE RA E RV EM TREINAMENTOS?

A aplicação das tecnologias de RA e RV tem se expandido em diversos setores da indústria nos últimos anos. Por meio desta revisão sistemática, foi possível identificar os principais setores apontados nos estudos analisados, bem como os benefícios observados em cada um deles. Os setores identificados foram: indústria, saúde, corporativo, elétrica, construção e tecnologia de eventos. A seguir, o Gráfico 4 apresenta a distribuição desses setores e a quantidade de artigos em que cada um foi mencionado.

Dos 29 artigos, 16 trouxeram setores específicos e suas aplicações dessas tecnologias na área.

Gráfico 4 - Distribuição dos setores encontrados nos artigos analisados



Fonte: De autoria própria.

4.1.1 - Indústria - (EP1, EP6, EP11, EP13, EP19, EP23, EP25, EP26)

4.1.1.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV)

Vantagem econômica (EP1,EP11): Algumas máquinas são grandes, pesadas e apresentam desafios para treinamentos presenciais. Como solução, a RV permite a simulação desses equipamentos em ambientes digitais. Em [EP1] é apresentado um sistema de RV para o treinamento de manutenção de um motor a diesel aplicado em uma mineradora do Brasil. O motor é utilizado nas locomotivas da ferrovia de Vitória a Minas, sendo necessária a manutenção preventiva para reduzir a ocorrência de falhas e aumentar sua vida útil. Porém, esse processo acaba se tornando complicado visto que o motor tem 5m de comprimento e é pesado.

Como destacado no artigo:

“O treinamento da equipe técnica em uma locomotiva real tem sido difícil, visto que o motor não está disponível para treinamento. Portanto, a realidade virtual oferece uma solução eficiente e de baixo custo para treinamento de manutenção. Nosso trabalho consistiu no desenvolvimento do modelo 3D para o motor de realidade virtual Unity 3D e na proposição de um módulo XML para a seleção de peças do motor e o design do jogo. Testes realizados pela equipe técnica validaram seu potencial uso na rotina de treinamento.” [EP1, tradução nossa]

O artigo demonstra que o treinamento em RV tem custo inferior ao método tradicional por exigir um investimento único em hardware e software, sendo necessário apenas a manutenção dos equipamentos e remuneração do instrutor. Em contrapartida, o treinamento convencional envolve custos recorrentes por turma, como equipamentos reais e materiais didáticos.

Menos horas de treinamento (EP1, EP6): A simulação por RV permite fornecer conhecimento prévio ao treinando, de forma que, caso seja necessária a prática em um ambiente externo, o indivíduo já terá mais familiaridade com os processos a serem utilizados, diminuindo o número de instrutores e as horas dos funcionários, o que proporciona uma redução de custos [EP1]. Em [EP6] o uso de RV permitiu que o tempo de treinamento fosse reduzido 2,5 vezes mais que o treinamento tradicional.

Permite conhecer o ambiente antes de trabalhar (EP13): O uso de vídeos em 360° e RV apresentado em [EP13] demonstrou como essas tecnologias podem familiarizar os trabalhadores temporários em tarefas de montagem antes deles terem o seu primeiro dia de trabalho. Foi produzido um vídeo de 360 graus apresentando a empresa e demonstrando operações de montagem para prepará-los e transmitir *insights*. O vídeo foi disponibilizado no youtube para visualização e, logo após, foi enviado um kit para cada funcionário contendo um par de óculos de RV (*cardboard headsets*) para ser utilizado com o smartphone, uma carta convite e informações sobre download do aplicativo de comunicação interna da empresa. Os funcionários foram incentivados a assistir ao vídeo antes de iniciar o seu primeiro dia no trabalho, obtendo assim a oportunidade de preparar-se mentalmente, podendo

conhecer e formar a sua opinião sobre a empresa e as tarefas a serem realizadas. Como relatado pelos trabalhadores no estudo:

"Ver a situação de trabalho antes de começar o emprego foi uma vantagem. Conseguimos nos preparar de maneira diferente do que se tivéssemos recebido apenas uma carta de boas-vindas e descrições escritas." [EP13, tradução nossa]

Avaliação dos postos de trabalho antes da construção de protótipos físicos (EP23): Devido ao aumento da idade média dos trabalhadores e demanda por produtividade no cenário atual, é essencial aplicar ações para a melhoria do bem estar dos funcionários e projetarem um ambiente de trabalho adaptável às mudanças na produção. Movimentos repetitivos e posturas inadequadas geram doenças ocupacionais. Por isso, é essencial investir em ações para melhorar a ergonomia dos trabalhadores. Em [EP23], é apresentado que a RV está surgindo como uma ferramenta indispensável para a ergonomia proativa. Devido ao alto custo dos protótipos físicos, utilizar a RV permite ver de maneira completa os elementos de uma estação de trabalho na escala 1:1 e, quando combinadas com a captura de movimento, possibilita visualizar postura e movimentação dos trabalhadores. No estudo, sensores captavam a movimentação dos trabalhadores que era replicada em um manequim virtual permitindo que os analistas e designers do projeto avaliassem como seria a interação humano-máquina em diferentes cenários e previsse posturas a serem realizadas pelos trabalhadores. Além disso, também é possível treinar a montagem de componentes (rack de teto de carros) no ambiente virtual, antes de realizar as atividades no mundo real permitindo a prática e feedback do trabalhador sobre como o local e tarefa foram projetados.

4.1.1.2 - Benefícios com Realidade aumentada (RA)

Prevenção de erros (EP25): O uso da RA permite que os trabalhadores vejam em tempo real se estão executando uma atividade da maneira correta ou não. O [EP25] apresenta uma solução que utiliza RA para auxiliar tarefas de inspeção manual durante a fabricação de semicondutores. Por meio do dispositivo de RA HoloLens 2. Os trabalhadores podem verificar de forma rápida se as válvulas estão ativadas ou não. Além disso, utilizando o reconhecimento de gestos manuais, foi

possível detectar quando algum botão incorreto será pressionado durante o processo de parar uma máquina. Enviando um alerta no dispositivo para a interrupção daquela ação. A mensagem vai permanecer ativa até que o botão correto seja pressionado pelo usuário.

Melhor suporte para os trabalhadores no curto e longo prazo em relação aos métodos tradicionais (EP26): Em [EP26] foi desenvolvido um módulo de treinamento baseado em RA e gestão visual para a configuração de máquinas complexas na indústria de processos. O estudo mostrou que essa combinação superou os métodos tradicionais (manuais digitais em telas) para os trabalhadores na retenção de conhecimento de curto a longo prazo. Os trabalhadores que utilizaram a RA e gestão visual tiveram menos erros médios ponderados do que o grupo que usou as abordagens tradicionais: No teste imediato (ST-PKR), o grupo que utilizou RA apresentou 6 erros ponderados a menos que o grupo tradicional (6,5 vs. 12,5 erros no total). Após 6 dias (LT-PKR), o grupo tradicional teve um aumento na contagem de erros (de 12,5 para 20), enquanto o grupo RA manteve o desempenho, chegando a 5,5 erros.

4.1.1.3 - Benefícios com ambas tecnologias (RA e RV)

Economia a longo prazo (EP19): Conforme [EP19], as tecnologias de RA e RV possibilitam reduzir alguns custos ao longo prazo ao serem utilizadas para testes de prototipagem virtual, sem precisar dos modelos físicos permitindo assim, acelerar o desenvolvimento de produtos.

Sustentabilidade (EP19): A implantação de RV e RA para a indústria contribui para o crescimento sustentável e econômico. De acordo com [EP19], essas tecnologias permitem um processo de fabricação sustentável, onde é possível gerenciar e alocar recursos, apoiando assim o desenvolvimento verde e a neutralidade de carbono.

4.1.2 - Saúde (EP3, EP10)

4.1.2.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV)

Melhoria na capacitação dos profissionais (EP10): A utilização da RV no ambiente hospitalar trouxe benefícios para os trabalhadores. Como destacado por [EP10], neste estudo foi realizado o desenvolvimento e implementação de um módulo de treinamento em RV chamado TACTICS VR Stroke Telehealth utilizado para o treinamento do fluxo de trabalho de telessaúde em casos de acidente vascular cerebral (AVC) em hospitais rurais. O treinamento sobre o fluxo de trabalho nesta área é realizado por workshops presenciais fornecidos por especialistas em neurologia. Porém, tem altos gastos com logística e outros custos, além de acontecerem com pouca frequência, não podendo ser facilmente alcançado por toda a equipe em um hospital rural.

Neste estudo, a tecnologia de RV proporcionou que os usuários entrassem em uma sala de RV, onde podem interagir com elementos do ambiente como avatares e equipamentos, recebessem um breve tutorial de como utilizar essa tecnologia e logo em seguida, prosseguiram para um caso de AVC. Os participantes do estudo apresentaram melhorias: aumento da compreensão do fluxo de trabalho da telessaúde, aumento da conscientização sobre o acesso à telessaúde para AVC, melhoria na capacidade de se comunicar com os colegas, aumento na capacidade de fazer melhorias no tratamento do AVC.

Feedback imediato (EP10): Ao utilizar a RV nos casos de treinamento de AVC apresentado em [EP10], o sistema avisa em tempo real se as decisões tomadas estão abaixo do ideal por meio de texto ou áudio e penalidades de tempo. Também é exibida uma estimativa da perda de neurônios para reproduzir as consequências reais das decisões atrasadas ou imprecisas, enfatizando a importância de ter um fluxo de trabalho preciso. Ao finalizarem, o usuário recebe *feedback* sobre seu treinamento, como tempo gasto, penalidades e erros ocorridos.

4.1.2.2 - Benefícios com Realidade aumentada (RA)

Maior engajamento e motivação dos aprendizes (EP3): O artigo [EP3] traz resultados que mostram que a RA promove interatividade e maior prazer entre os seus usuários. Na área de medicina essa tecnologia proporciona uma melhor aprendizagem pois permite fornecer o *feedback* visual. Melhorando a eficiência do treinamento e a aplicação do tratamento.

4.1.3 - Corporativo (EP4, EP8, EP17)

4.1.3.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV)

Promove empatia e diversidade no local de trabalho (EP4, EP17): Quando um ambiente de RV é bem projetado, as pessoas se comportam de maneira similar ao que fazem na vida real. Em [EP4] é apresentado que os métodos de treinamento mais utilizados para o enfrentamento de preconceito nas organizações são realizados por apresentações PowerPoint, palestras ao vivo, manuais, vídeos e simulações online onde o usuário olha uma cena de má conduta e testa seus conhecimentos. Porém, o estudo argumenta que esse método é ineficaz, promove trapaça e falta de sinceridade. Nesse sentido, é proposto que a RV possa ser utilizada como uma alternativa viável às abordagens atuais de maneira que os participantes possam observar suas respostas em diferentes cenários, os preparando para as mais diversas situações que possam vir a ocorrer no ambiente de trabalho. O estudo traz como uma das possíveis soluções o Empower Now Program (ENP) um programa de treinamento imersivo que busca combater o assédio, discriminação e *bullying* por meio da RV. O programa proporciona ao usuário vivenciar simulações baseadas em casos reais como reclamante, respondente ou testemunha.

Como evidenciado no artigo:

“Quando imersos no programa, os usuários têm opções sobre como enfrentar, escapar ou intervir durante um incidente simulado de má conduta, escolhendo entre um conjunto de opções de diálogo realistas. A forma como abordam um determinado cenário desencadeará uma série de cenários consecutivos, nos quais poderão observar como suas respostas afetam outros personagens e a situação geral. Os usuários podem decidir responder com confiança, como oferecer ajuda ao ver alguém em perigo. Eles também podem agir passivamente, ignorando um problema, ou de maneira agressiva, fazendo um comentário ofensivo.” [EP4, tradução nossa]

Esta variedade de opções possibilita que os funcionários pratiquem a civilidade moral e desenvolvam uma cultura de respeito no ambiente profissional.

A eficácia desse tipo de benefício também é reforçada pelos resultados de [EP17], onde foi implementada a troca de gênero por meio da RV para examinar as mudanças na sensibilidade ao assédio entre os gêneros. O trabalho buscou investigar os impactos da troca de gênero em RV na percepção e sensibilidade do assédio sexual, problema que atinge homens e mulheres, mas com maior intensidade entre as mulheres. A partir da visualização em primeira pessoa os participantes vivenciaram múltiplos cenários de assédio sexual assumindo avatares de gêneros distintos. Dentro do cenário, existia o avatar do participante e um avatar ofensor que exibia os comportamentos de assédio. No total, 40 participantes participaram do estudo, sendo 20 mulheres e 20 homens. Após a experiência, os participantes eram submetidos a questionários avaliativos. Nesse sentido, apesar de não ter uma mudança estatisticamente significativa, foi percebido que 26 dos 40 participantes relataram maior incômodo com os cenários de assédio ao presenciarem isso no ambiente virtual. Através do estudo, foi possível perceber que quando o gênero do avatar era feminino, os participantes relataram um nível mais elevado de assédio sexual percebido, independentemente de seu próprio gênero. Ademais, quando as participantes do sexo feminino utilizaram avatares femininos perceberam um nível mais elevado de assédio sexual em comparação com aquelas que optaram por avatares masculinos. Outras participantes também mencionaram que, ao assumirem avatares masculinos, sentiram-se mais protegidas em situações de assédio.

O trabalho evidencia que:

"Os cenários virtuais oferecem uma oportunidade para aumentar a conscientização e aprimorar a sensibilidade em relação a comportamentos indesejados por meio de treinamentos experienciais virtuais (por exemplo, treinamentos de diversidade, equidade e inclusão) e, possivelmente, reduzir a desigualdade de gênero." [EP17, tradução nossa]

Permite treinar a inteligência cultural (EP8): A inteligência cultural permite compreender ações e gestos de pessoas com culturas diferentes. Retratado no [EP8], a RV possibilitou a simulação dos participantes estarem em uma sala de reuniões junto com outros membros. No estudo, usando um *headset* de RV, era transmitido um vídeo de 30 minutos com várias situações do ambiente de trabalho, onde pessoas com várias nacionalidades e culturas encenavam cenários. Perguntas de múltipla escolha eram apresentadas para avaliar a sua inteligência cultural como se estivesse passando por aquele cenário na vida real. O uso da RV conseguiu capturar a atenção dos participantes e os manteve mais motivados a aprender ao ponto de, sugerirem que a simulação fosse mais longa. Um dos participantes relatou:

"Esta sessão de realidade virtual estimulou meu pensamento e me incentivou a aprender mais sobre conceitos culturais e novas formas de pensar. Fui positivamente motivado a aprender sobre vários aspectos, pois senti como se alguém estivesse sentado bem na minha frente explicando tudo para mim. Em seguida, eu entrava nas salas para vivenciar o conceito que ela (a mentora) havia acabado de explicar." [EP8, tradução nossa]

4.1.4 - Elétrica (EP20)

4.1.4.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV)

Melhorias na compreensão de segurança e saúde ocupacional (EP20): Por meio da aplicação de um questionário realizado com 50 trabalhadores na área de elétrica e 15 estudantes de pós-graduação, os participantes foram submetidos a um ambiente de prática em RV que replicava as situações vivenciadas pelos profissionais da área elétrica. Com o objetivo que treinassem em cenários que envolviam operações de painéis elétricos, resposta a situações de emergência,

utilização e revisão de EPI, bem como identificar e mitigar riscos elétricos. Logo em seguida, era avaliado o seu aprendizado. Como resultado, foi possível perceber que os trabalhadores da área elétrica obtiveram ganhos significativos de conhecimento ao utilizar a RV, superando os resultados alcançados pelos métodos de ensino convencionais. Como evidenciado pelos participantes:

“Os entrevistados afirmaram que a tecnologia de RV os ajuda a entender os riscos de trabalhar em altitudes elevadas, os treina no uso de equipamentos de proteção individual (EPI) em ambientes de construção e, de modo geral, aprimora seus conhecimentos sobre segurança e saúde ocupacional. Além disso, a RV permite o envolvimento com cenários notavelmente complexos e difíceis de recriar em salas de aula convencionais.” [EP20 tradução nossa]

Benefícios também foram constatados pelos estudantes, que afirmam que o uso da RV contribui para a aprendizagem de situações reais que possam ocorrer no ambiente profissional.

4.1.5 - Construção (EP29)

4.1.5.1 - Benefícios com Realidade Virtual (RV)

Melhoria da visualização, aprendizagem e experiência prática (EP29):

Em [EP29], foi criado um modelo de treinamento utilizando RV para o treinamento de segurança na construção trazendo diversos cenários com situações perigosas, como por exemplo: queda de objetos, manutenção defeituosa, queda de altura, soldagem e riscos de escorregamento. Posteriormente o modelo foi avaliado por especialistas em segurança e alunos do último ano de um curso de engenharia da construção civil. O *feedback* trazido pelos especialistas foi que a tecnologia de RV foi uma adição significativa ao treinamento de segurança pois melhora a visualização e experiência prática além de ser bem visto para o treinamento em níveis iniciantes ou para induções gerais de segurança. Já para os estudantes que foram divididos em dois grupos onde o primeiro era o grupo que utilizava a RV e o segundo era o grupo de controle que tiveram as instruções no formato de palestras. Foi possível perceber melhorias para aqueles que utilizaram a RV.

Como destacado no artigo:

“Comparando os resultados do grupo com Realidade Virtual (RV) e do grupo controle para testar a eficácia do modelo proposto, observou-se que o grupo com RV apresentou melhores resultados. O valor de p do teste t foi 0,024, o que é menor que 0,05, indicando que a diferença entre os dois grupos é estatisticamente significativa, comprovando a validade e a eficácia do modelo com RV.” [EP29, tradução nossa]

Para os entrevistados, 55% deles concordam que o uso de RV pode substituir os métodos tradicionais de treinamento e 82% consideram que a RV se encaminha para ser melhor que os treinamentos tradicionais. Em relação à satisfação geral, se obteve uma nota de 4,6 em 5 para experiência proporcionada pela tecnologia de RV, comprovando o seu benefício para o aprendizado e prática.

4.1.6 - Tecnologia de Eventos (EP5)

4.1.6.1 - Benefícios com Realidade Aumentada (RA)

Proporciona maior motivação e resultados de aprendizagem rápidos nos participantes: Foi criado um método de RA que permitiu a simulação de uma caixa preta, representando um palco de teatro, para que dentro dela os participantes pudessem montar as peças necessárias para construir esse palco. Por meio do aplicativo para smartphones e tablets, os participantes apontavam a câmera para a peça (treliça) e logo em seguida eram apresentadas demonstrações com animações em 3D mostrando como realizar o passo a passo dessa montagem. Como por exemplo: preparar a treliça e conectar as partes (ovo, pivô, caneta bipartida) com a estrutura. Ao final de cada sessão, o instrutor realiza um feedback, e o aplicativo mostra os resultados de como foi o desempenho dos participantes. Já no Hololens, em vez da animação em 3D, as instruções eram apresentadas por meio de vídeos curtos.

Por meio da análise dos resultados, foi comprovado que os usuários que utilizaram o sistema de treinamento em RA se sentiram mais motivados e conseguiram progredir o seu desempenho ao longo das sessões. Sendo essa uma tecnologia bastante apreciada pelos participantes.

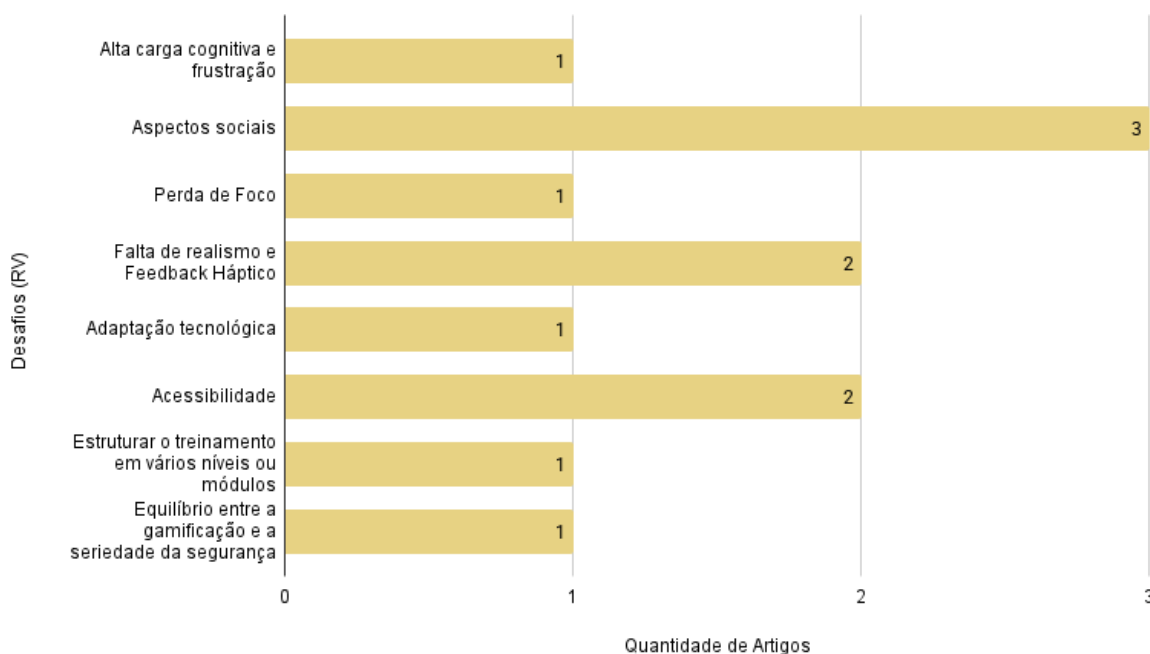
Os especialistas da área de tecnologia de eventos destacaram que:

“A RA interativa e colaborativa abre novas possibilidades para estruturar os treinamentos de forma individualizada, por exemplo, permitindo primeiro que os treinandos interajam com o ambiente para superar inibições, e, em um segundo momento, discutir os aspectos do treinamento em detalhes. Alguns especialistas argumentam no sentido de que, especialmente na primeira sequência de treinamento, o instrutor deve adicionar informações fundamentais para fornecer ao treinando dados importantes. Dessa forma, a colaboração nos treinamentos apoia trajetórias de aprendizagem individualizadas.” [EP5, tradução nossa]

4.2 QUAIS DESAFIOS AS ORGANIZAÇÕES ENFRENTAM AO IMPLEMENTAR RA E RV EM SEUS PROGRAMAS DE TREINAMENTO?

Durante a análise dos 29 artigos, foram encontrados 8 desafios na implementação de RV nos programas de treinamento. O Gráfico 5 expõe cada um deles e a quantidade de artigos em que eles foram mencionados.

Gráfico 5 - Desafios encontrados na implementação da RV em programas de treinamento



Fonte: De autoria própria.

4.2.1 - Desafios com Realidade Virtual (RV)

Alta carga cognitiva e frustração (EP6): O sistema de treinamento em RV trouxe uma maior carga cognitiva para os participantes em relação ao treinamento tradicional com aulas teóricas em sala de aula, demonstrações práticas do instrutor e mão na massa. Em [EP6], o objetivo era treinar tarefas de manutenção leve em robôs. Essa carga mais alta é consistente com a literatura, que aponta que experiências imersivas de RV com elevados níveis de interatividade e recursos audiovisuais envolventes podem induzir uma alta carga cognitiva. Ademais, também foi observado uma maior frustração podendo ser ocasionada por alguns fatores como maior tédio e dificuldades de atenção [EP6].

Aspectos Sociais (EP6, EP11, EP29): Durante a participação em um treinamento que envolvia a RV em [EP6], os participantes relataram que com relação à narração, eles preferiam uma gravação real, feita por uma pessoa, do que uma voz sintetizada. Além disso, foi percebido que, durante o treinamento tradicional, eles sentiam mais confiança durante a realização de uma avaliação, pois provavelmente tiveram o auxílio do instrutor para se sentirem seguros e confiantes durante o processo. A participação dos instrutores possibilita enfatizar melhor a importância do conteúdo ensinado uma vez que os instrutores podem utilizar exemplos baseados em suas experiências de vida, estimulando discussões com perguntas e respostas. A importância dos instrutores também é reforçada em [EP11] que informa que, para ensinar processos de montagem é essencial o apoio desses profissionais.

De maneira complementar, especialistas na área de construção civil em [EP29] afirmam que o uso da tecnologia de RV para treinamentos de segurança deve servir como uma ferramenta complementar e não substituir completamente o método de treinamento tradicional. Isso porque é destacado que a interação humana é um elemento fundamental para o processo educacional.

Perda de Foco (EP11): Ao utilizar a tecnologia de RV para treinar a construção de um objeto fictício composto por 13 peças, foi percebido por alguns participantes que a atenção deles ficava mais direcionada em como utilizar o

sistema de RV e os controladores do que memorizar a sequência de montagem apresentada no treinamento. Como apresentado no artigo: “Uma participante disse que estava ocupada aprendendo como os controladores de RV funcionavam e como pegar e posicionar objetos.” [EP11, tradução nossa].

Falta de realismo e *feedback* háptico (EP11, EP13): A falta de *feedback* háptico realista que possibilita a sensação de toque e interação física com os elementos virtuais foi apontada como uma das dificuldades percebidas pelos participantes no treinamento em atividades de montagem em [EP11]. A tecnologia de RV em seu estado atual ainda não consegue simular impressões sensoriais como peso e as propriedades do material. O *feedback* é fornecido pela vibração dos controles que não era suficiente para trazer essa sensação de contato com os objetos. Como consequência, algumas informações que poderiam vir para acrescentar a mais no conhecimento são perdidas nesse processo.

“A maior crítica dos participantes de ambos os grupos de RV foi que eles não conseguiam sentir as peças e que a vibração dos controladores não era suficiente para criar um *feedback* tátil realista. Alguns participantes estavam convencidos de que a háptica os teria ajudado a memorizar o procedimento.” [EP11, tradução nossa]

Essa dificuldade também foi compartilhada em [EP13], que menciona a existência de pesquisas que indicam que a ausência de elementos físicos, soluções hápticas, tato e estímulos sensoriais (sons, cheiro, ruídos e etc) pode fazer com que o treinamento que utiliza a RV seja menos eficaz.

Adaptação Tecnológica (EP20): Para os trabalhadores de elétrica e estudantes de pós-graduação o estudo [EP20] trouxe evidências que a maioria dos alunos quando utilizaram a RV para simular as condições reais de trabalho, conseguiram se adaptar rapidamente a essa tecnologia. Entretanto, outros sentiram dificuldades precisando de um tempo a mais para se acostumarem.

Acessibilidade (EP21, EP28): Os profissionais de RV sofrem algumas dificuldades ocasionadas pela falta de informações sobre design e desenvolvimento acessível. Isso ocorre pois ainda não existem diretrizes oficiais padrão para os aplicativos de aprendizado baseado em RV, ao contrário das diretrizes de

acessibilidade de conteúdo web que são bem estabelecidas. Ao olhar as diretrizes de grandes empresas como a Meta, o artigo trouxe informações de que essas diretrizes focam em aspectos como ajuste de volume de áudio para deficientes auditivos, porém traz recursos limitados para outros aspectos de acessibilidade. Em alguns casos, os recursos de acessibilidade são ofertados como um adicional premium [EP21].

Estruturar o treinamento em vários níveis ou módulos (EP29):

Especialistas na área de construção civil recomendam a inclusão de vários níveis de dificuldade nos treinamentos realizados em RV de maneira que possam atender os variados níveis de experiência possuídos pelos trabalhadores da construção civil. Apenas um único programa de treinamento não é capaz de atender as diferentes necessidades dos trabalhadores. É recomendado que cada etapa atenda um nível diferente de proficiência e que esses módulos aumentem gradualmente a dificuldade e complexidade ocasionando, dessa forma, um treinamento que atinja as áreas necessárias de aperfeiçoamento e uma curva de aprendizado progressiva. Como destacado no artigo:

“Por exemplo, pessoas com pouca ou nenhuma experiência na área devem ter um nível iniciante que aborde conceitos fundamentais de segurança e protocolos padrão. Isso pode ser feito enquanto realizam tarefas simples relacionadas ao seu papel no local. No entanto, à medida que a experiência do usuário aumenta, o nível de dificuldade das tarefas também deve ser aumentado. A elevação do nível de dificuldade pode assumir diferentes formas, como a realização de tarefas variadas no local, a necessidade de interagir com outras pessoas no modelo e a colaboração com outro jogador/treinando para realizar uma tarefa em conjunto.” [EP29, tradução nossa].

Equilíbrio entre a Gamificação e a Seriedade da Segurança (EP29): É

importante que, durante a realização dos treinamentos na área de segurança, se encontre um equilíbrio entre a gamificação e a seriedade do conteúdo. Isso ajuda a evitar que os alunos percam a atenção com relação aos riscos de segurança envolvidos. Como, por exemplo: os treinandos podem focar apenas em conseguirem pontuações altas ou em finalizarem tarefas de maneira mais rápida, o que pode comprometer os cuidados essenciais com a segurança.

4.2.2 - Desafios com Realidade Aumentada (RA)

Durante a análise dos 29 artigos, foram encontrados 4 desafios relacionados à implementação de RA nos programas de treinamento. Os desafios envolvem questões de usabilidade e adaptação tecnológica, custo alto de implementação e desenvolvimento, resistência à mudança e problemas durante o uso prolongado. Os desafios são apresentados a seguir:

Desafios de Usabilidade e Adaptação Tecnológica (EP5): Apesar de trazer benefícios, a Realidade Aumentada também apresenta algumas dificuldades para a sua implementação. Em [EP5] é destacado que alguns dos possíveis desafios do uso de RA no ensino e na aprendizagem são o tunelamento de atenção, dificuldades de usabilidade, integração ineficaz em sala de aula e diferenças entre os aprendizes.

Ao utilizar essa tecnologia pode ocasionar um desempenho mais lento nas atividades e problemas de usabilidade exigindo assim, uma conexão estável de rede para possibilitar o monitoramento de atividades e controle da experiência de aprendizado. O estudo evidencia que os participantes precisaram se acostumar com o funcionamento do sistema para iniciar as atividades:

“Notamos, por meio de nossa própria observação e do feedback dos participantes, que o desempenho na tarefa foi desacelerado devido ao uso do aplicativo de Realidade Aumentada (AR), de forma semelhante a outros estudos [25, 29], principalmente por causa de questões de usabilidade. Especialmente na primeira execução do treinamento, os participantes precisaram se acostumar com o sistema, ou seja, posicionar a câmera em um bom ângulo em relação à imagem de ativação para iniciar a visualização em AR, ou se familiarizar primeiro com o manuseio do Hololens.” [EP5, tradução nossa]

Custo alto de Implementação e Desenvolvimento (EP14): Para implementar e desenvolver aplicativos que utilizam a tecnologia de RA é necessário que a empresa tenha disponível um alto capital para o investimento em software, hardware e recursos humanos. É importante possuir internet rápida e dispositivos de computação que irão possibilitar que o treinamento seja realizado de maneira eficaz.

Resistência à Mudança (EP14): Durante a utilização da RA pode haver resistência entre os instrutores e os alunos que estão habitualmente acostumados

com o tipo de treinamento tradicional. Em alguns casos, os instrutores precisarão de tempo para planejarem como introduzir a RA em seus treinamentos e alunos, tempo para se adaptarem ao uso da RA.

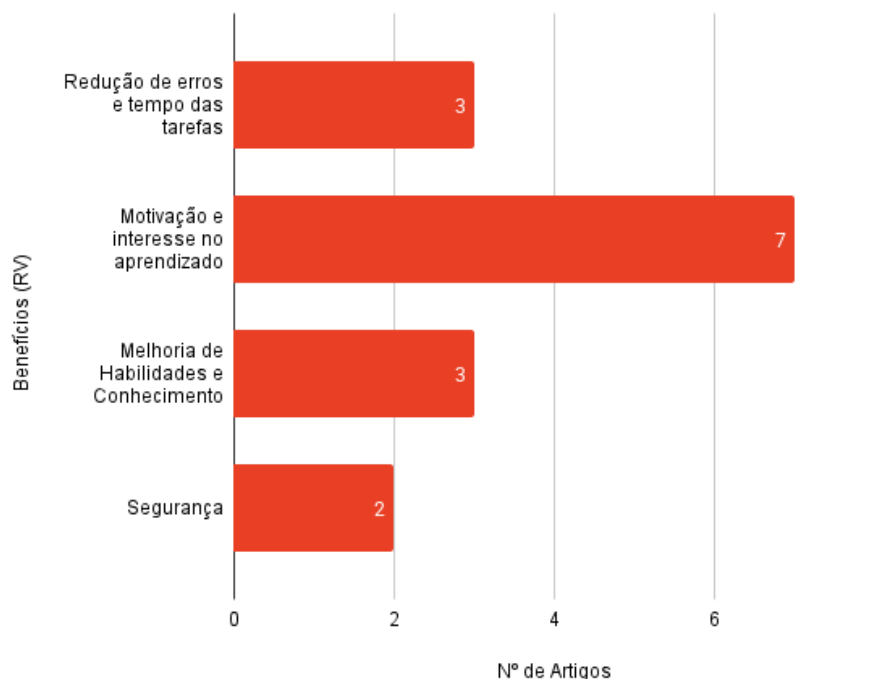
Problemas durante o uso prolongado (EP26): Durante o uso do *head mounted display* no estudo de caso com o Microsoft HoloLens 2 para o treinamento com RA por mais de duas horas contínuas, foi possível perceber algumas dificuldades como a fadiga, ocasionada pelo aumento da carga de trabalho física e mental dos trabalhadores. O superaquecimento do dispositivo e diminuição no desempenho do hardware também foram um problema. E, por último, os equipamentos precisam ter baterias extras exigindo a necessidade de troca ou recargas frequentes. Dessa maneira, é recomendado o aprimoramento desses dispositivos (*head mounted display*) para oferecerem o suporte adequado em treinamentos ou assistência.

4.3 AVALIAR OS BENEFÍCIOS DE RA E RV PARA OS FUNCIONÁRIOS/APRENDIZES EM TERMOS DE APRENDIZADO, RETENÇÃO DE CONHECIMENTO E DESEMPENHO.

4.3.1 Benefícios da Realidade Virtual (RV)

Quatro benefícios da RV foram identificados para os funcionários/aprendizes nos estudos analisados, são eles: redução de erros e do tempo das tarefas, motivação e interesse no aprendizado, melhoria de habilidades e conhecimento, e melhorias relacionadas à segurança. O Gráfico 6 apresenta a frequência com que cada um desses benefícios foi mencionado nos artigos.

Gráfico 6 - Benefícios da RV para Aprendizizado, Retenção e Desempenho



Fonte: De autoria própria.

Redução de erros e tempo das tarefas (EP1, EP7, EP15): Durante o uso de RV para o treinamento de habilidades cognitivas e motoras dos trabalhadores em [EP1], foi possível identificar a redução de erros e o tempo das tarefas possibilitando o treinamento de habilidades motoras e o rastreamento dos movimentos. Além disso, essa participação ativa promovida pela RV é capaz de melhorar a capacidade de resolver problemas e o engajamento no aprendizado [EP7].

Motivação e interesse no aprendizado (EP9, EP10, EP11, EP15, EP20, EP22, EP29): Por meio da interação com o ambiente de aprendizagem em RV, os alunos podem acessar o material de aprendizado, completar as tarefas indicadas e adquirir informações de maneira mais rápida [EP9]. Ademais, os participantes da área de saúde [EP10] demonstraram um índice alto de aceitabilidade, usabilidade e impacto percebido, aumentando a confiança, compreensão e conscientização. Adicionalmente, o estudo [EP20] destaca que a RV ocasiona uma maior taxa de retenção possibilitando a transferência do conhecimento adquirido de maneira mais rápida para o mundo real. Esse benefício também é evidenciado em [EP22] que mostra que, na área de saúde e segurança do trabalho, 74% dos entrevistados

indicaram que a RV oferece um maior envolvimento, trazendo vantagens além do que as palestras e exercícios tradicionais podem oferecer. Cerca de 80% comprovaram estar muito satisfeitos com o treinamento em RV. Alunos em [EP29] também expressaram que a RV traz melhorias na experiência de aprendizagem, qualidade da educação e visualização.

Melhoria de Habilidades e Conhecimento (EP12, EP15, EP20): O treinamento por meio da RV para o gerenciamento de estresse realizado na força de defesa australiana em [EP12] confirmou que houve entre os participantes a melhora do conhecimento, aumento da confiança durante as atividades e melhoria de competências após o treinamento. Como destacado no artigo:

"A capacidade de praticar estratégias cognitivas em um ambiente de treinamento diversificado, privado e imersivo, mesmo em grupo, foi destacada como especialmente valiosa." [EP12, tradução nossa].

Além disso, o treinamento em cenários elétricos e de construção em [EP20] forneceu melhorias no desenvolvimento de habilidades, retenção de conhecimento e na experiência do treinamento:

"A natureza imersiva da RV envolve os aprendizes de forma profunda. Estudantes de pós-graduação e trabalhadores demonstraram maior engajamento durante sessões de treinamento com RV, o que levou a uma melhor retenção de conhecimento e uma compreensão mais completa dos conceitos de eletricidade e construção. A tecnologia de RV permite a criação de ambientes de aprendizagem personalizados que atendem às necessidades específicas desses estudantes e trabalhadores. O treinamento pode ser adaptado para abordar estilos e preferências individuais de aprendizagem, graças à flexibilidade da RV." [EP20, tradução nossa]

Segurança (EP22, EP29): Participantes do [EP22] consideraram a segurança como o principal benefício da RV. Para eles, isso se deve pelo fato que o treinamento de segurança em RV permite a simulação de cenários e condições perigosas sem colocar em risco a vida e saúde dos participantes envolvidos no treinamento. Além disso, eles também mencionaram que puderam se preparar para situações que envolvem um alto nível de estresse e situações diversas e inesperadas. Conseguiram também verificar e medir sua reação durante uma

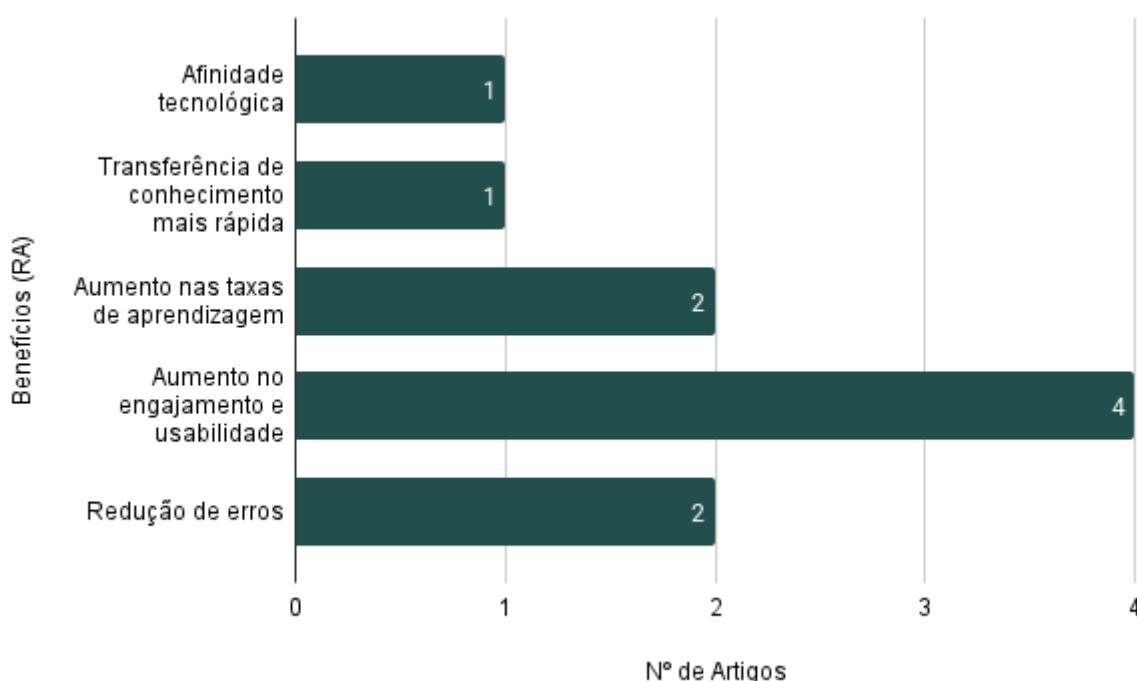
situação perigosa. Além disso, 73% dos alunos em [EP29] identificaram o uso do modelo em RV como importante para a identificação de riscos:

"Cerca de 55% consideraram o modelo como altamente ou muito altamente benéfico no que diz respeito ao enfrentamento de riscos." [EP29, tradução nossa]

4.3.2 Benefícios da Realidade Aumentada (RA)

Em relação a RA, 5 benefícios foram identificados. São eles: o suporte a profissionais com menor afinidade tecnológica, a transferência mais rápida do conhecimento para o ambiente de trabalho, o aumento das taxas de aprendizagem, engajamento e usabilidade do sistema e a redução de erros operacionais. O Gráfico 7 apresenta a frequência com que cada um desses benefícios foi mencionado nos artigos.

Gráfico 7 - Benefícios da RA para Aprendizado, Retenção e Desempenho



Fonte: De autoria própria.

Benefício para pessoas com menor afinidade tecnológica (EP2): Para a realização de tarefas na área de montagem e manutenção, o treinamento com

suporte da RA aplicado em [EP2] permitiu que os participantes sem habilidades tecnológicas se beneficiassem, conseguindo concluir tarefas complexas com sucesso independentemente das habilidades dos profissionais. Além disso, as instruções ficaram mais claras quando foram transmitidas por RA do que as baseadas em textos.

Transferência de Conhecimento mais Rápida (EP3): A utilização da RA possibilitou que os participantes em [EP3] transferissem o conhecimento aprendido mais rapidamente para o ambiente de trabalho, em comparação com aqueles que não a utilizaram a tecnologia, resultando em uma motivação visível nos participantes devido a sua experiência amigável.

Aumento nas Taxas de Aprendizagem (EP14, EP18): Quando utilizada no cenário de treinamento profissional e aprendizagem no local de trabalho, a RA possibilita aos participantes um aumento nas taxas de aprendizagem, usabilidade, engajamento e nível de retenção de conhecimento. O artigo destaca que:

“Os participantes que receberam treinamento com RA demonstraram um maior ganho de aprendizado, com um aumento médio de 18,5 pontos, em comparação com 10,2 pontos para aqueles que receberam treinamento tradicional. Isso indica que o treinamento com RA é mais eficaz na melhoria do conhecimento e das habilidades. O tempo necessário para alcançar a competência também foi significativamente reduzido para o grupo treinado com RA, com uma média de 15,3 horas em comparação com 22,7 horas para o grupo de treinamento tradicional. Isso sugere que o treinamento com AR permite uma aquisição de habilidades mais rápida.” [EP14, tradução nossa]

Esse aprendizado também é mais duradouro nos participantes. Testes foram realizados após 4 semanas de treinamento e foi possível perceber uma pontuação média maior quando comparado a RA com o treinamento tradicional: Como evidenciado no artigo:

“A lembrança de conhecimento a longo prazo, com base em testes realizados após quatro semanas seguindo a fórmula indicada, também foi maior para o grupo treinado com RA, com uma pontuação média de 80 no teste de retenção, em comparação com 65 para o grupo treinado pelos métodos tradicionais. Isso, por sua vez, indica que o nível de aprendizado proporcionado pelo uso da AR é mais duradouro em relação aos métodos convencionais de ensino.” [EP14, tradução nossa]

Aumento no engajamento e usabilidade (EP5, EP14, EP18, EP26): Ao proporcionar um ambiente interativo e imersivo, a realidade aumentada permite que o aprendizado seja mais envolvente e agradável. O artigo [EP14] traz evidências dos ganhos tanto no engajamento como na usabilidade, demonstrando que o sistema de RA foi mais fácil de usar e navegar:

"As pontuações de engajamento, medidas em uma escala de 1 a 10, foram significativamente mais altas para o grupo de treinamento com RA, com média de 8,9 em comparação com 6,3 para o treinamento tradicional." [EP14, tradução nossa]

"A pontuação de usabilidade, baseada em um questionário padronizado, também foi mais alta para o treinamento com RA, com uma média de 85 em comparação com 70 para os métodos tradicionais." [EP14, tradução nossa]

Do mesmo modo, [EP18] reforça essa informação, indicando que a RA melhora a experiência, engajamento e retenção de conhecimento dos funcionários.

Redução de Erros (EP14, EP26): As instruções quando transmitidas por RA são claras e de fácil compreensão possibilitando a redução de erros e melhoria de desempenho como demonstrado no artigo:

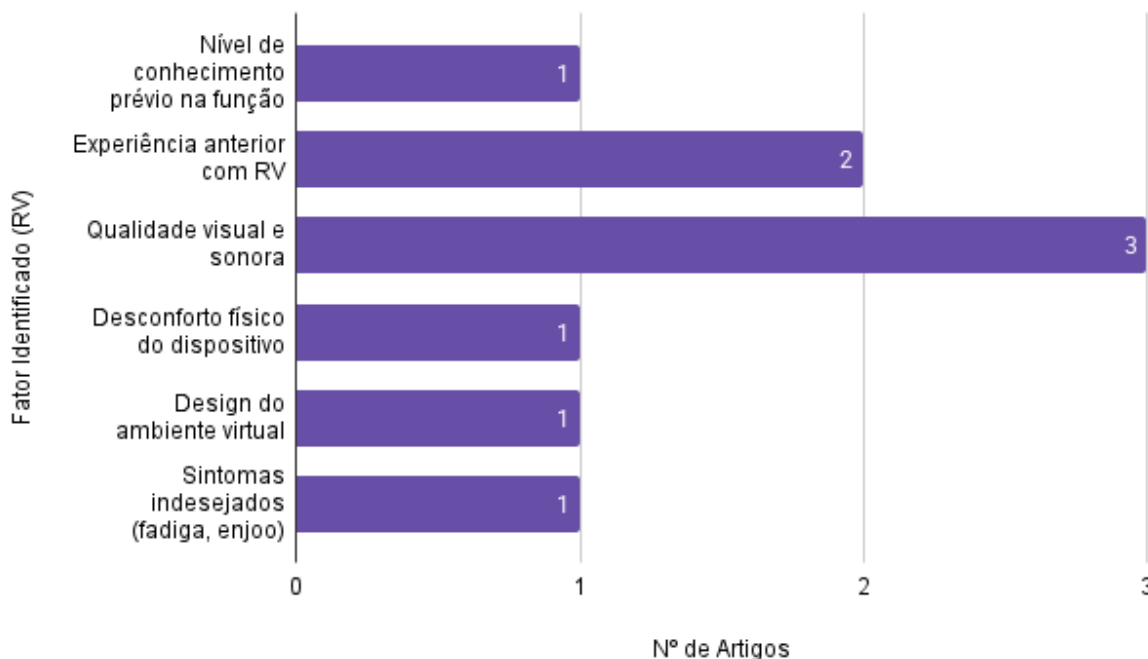
"Em termos de erros, houve menos no grupo de treinamento com RA; a taxa média de erros por sessão foi de 1,2 erros por sessão em comparação com 3,8 para o grupo de treinamento tradicional." [EP14, tradução nossa]

4.4 QUAIS SÃO OS FATORES QUE INFLUENCIAM A ACEITAÇÃO E O ENGAJAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS COM AS TECNOLOGIAS DE RA E RV?

4.4.1 Fatores que Influenciam a Aceitação e o Engajamento com a Realidade Virtual (RV)

Durante a análise, 6 fatores que influenciam a aceitação e o engajamento dos funcionários com o uso da RV em treinamentos foram identificados. Entre eles estão: o nível de conhecimento prévio na função, experiência anterior com RV, qualidade visual e sonora, desconforto físico do dispositivo, design do ambiente virtual e a ocorrência de sintomas indesejados como enjoo ou fadiga. A seguir, o Gráfico 8 apresenta a frequência com que cada um desses fatores foi citado.

Gráfico 8 - Fatores que influenciam a aceitação e o engajamento com a Realidade Virtual (RV)



Fonte: De autoria própria.

Nível de conhecimento prévio na função (EP1): Durante o treinamento utilizando RV para a manutenção de motores apresentado em [EP1], 80% dos participantes que eram funcionários da mineradora afirmaram que o simulador era fácil de usar, enquanto 20% consideraram difícil. Em contraste, durante testes com estudantes de graduação foi percebido que 34,5% acharam o teste fácil, 45,5% se mostraram neutros, 14,5% consideraram difícil e 3,6% avaliaram como muito difícil. Essa diferença entre os dois grupos é atribuída, segundo o artigo, ao maior nível de conhecimento prévio dos funcionários em relação a conceitos e processos industriais, o que facilitou sua interação com o sistema.

Experiência anterior com RV (EP10, EP17): Em [EP10], 67% dos 21 participantes ainda não tinham experiências anteriores com o uso da RV e apenas 5% tinham entre 10 e 49 horas de uso. O estudo fez a introdução ao ambiente RV por meio de um breve texto e um vídeo com instruções. No entanto, quando questionados, os participantes sugeriram instruções mais claras sobre como navegar pelos cenários. Em contrapartida, participantes em [EP17] onde foi

realizada a troca de gênero, se percebeu que os participantes que não relataram um aumento na sensibilidade ao assédio sexual após a experiência em RV (14 dos 40 participantes) já tinham experiência prévia em RV do que o restante dos participantes. Isso impactou a sua percepção, como evidenciado no artigo :

"Essa discrepância sugere que o ambiente virtual e as cenas utilizadas no estudo talvez não tenham sido realistas o suficiente para participantes com ampla experiência em realidade virtual, o que pode ter diminuído a eficácia da RV em aumentar a sensibilidade." [EP17, tradução nossa]

Qualidade Visual e Sonora (EP1, EP8, EP10): É importante que a representação virtual seja fiel ao objeto no ambiente real. Os funcionários em [EP1] consideraram que foi fácil 60% e muito fácil 40% identificar a correspondência entre o objeto real e sua versão virtual. Para os estudantes, 56,4% consideraram fácil e 25,5% muito fácil, outros 14,5% mantiveram a posição neutra, e apenas 3,6% avaliaram como difícil, indicando que, nesse estudo, a modelagem em 3D foi realizada de forma eficiente. Adicionalmente, participantes em [EP8] trouxeram opiniões variadas sobre características, como áudio e vídeo do dispositivo usado no treinamento impactam a experiência:

"O som estava ótimo... Fiquei muito impressionado com a qualidade sonora. Até a qualidade do som fazia parecer que você estava na sala. Talvez apenas uma qualidade visual melhor...
... (precisa de) melhor qualidade de imagem." [EP8, tradução nossa]

Além disso, entrevistados em [EP10] destacaram como benefícios da RV as interações, apresentação de conteúdo e a visão geral do processo completo de fluxo de trabalho.

Desconforto Físico do Dispositivo (EP8): Duas participantes em [EP8] declararam desconforto físico com o peso no dispositivo. Foi relatado o seguinte:

"Para mim, estava pesado na cabeça.
... projetar o (*headset*) de RV de forma que acomode melhor todos os tamanhos... senti que estava pesado no meu nariz e, às vezes, o peso que sentia no nariz me distraía." [EP8, tradução nossa].

Nas limitações, o artigo destacou que o modelo do dispositivo e a plataforma de simulação não correspondiam ao nível mais avançado da tecnologia de RV

disponível atualmente.

Design do ambiente virtual (EP16): Para que ocorra a diminuição da alta carga cognitiva ocasionada pelo treinamento em RV, é essencial que o design do ambiente virtual seja bem planejado considerando os requisitos da tarefa como também, a complexidade do ambiente. Dessa forma, é possível minimizar a carga cognitiva tornando o ambiente não apenas realista, mas sim, otimizado para o processo de aprendizagem [EP16].

Sintomas Indesejados (EP24): Participantes em [EP24] relataram sintomas leves de alguns efeitos adversos que tiveram após a experiência imersiva de RV. Esses sintomas foram:

"Fadiga geral, cansaço visual, dificuldade de concentração, náusea e percepção do estômago, visão embaçada e tontura. Um participante relatou suor intenso. Dois participantes apresentaram náusea moderada. Deve-se observar que, embora durante as sessões de teste os participantes soubessem que podiam interromper as tarefas experimentais ao sentirem desconforto com a RV, eles decidiram continuar." [EP24, tradução nossa]

Mesmo ocorrendo de maneira leve, os sintomas apresentados podem afetar de forma negativa a experiência geral dos participantes. O artigo recomenda que, para diminuir esses efeitos, é importante fazer com que os participantes se adaptem aos poucos. Além disso, realizar algumas pausas durante as sessões de treinamento e aplicar algumas técnicas para reduzir o enjoo.

4.4.2 Fatores que Influenciam a Aceitação e o Engajamento com a Realidade Aumentada (RA)

A revisão dos estudos apontou dois fatores que exercem influência sobre a adoção e o engajamento dos colaboradores em ambientes de treinamento com Realidade Aumentada.

Fadiga Tecnológica/Uso Excessivo (EP14): O artigo [EP14] destaca que é possível ocorrer fadiga tecnológica nos aprendizes indicando que, no primeiro uso da RA, acham a tecnologia envolvente e despertam a curiosidade, porém, com o uso constante, tende a diminuir o entusiasmo e até mesmo gerar tédio. Além disso, o uso excessivo de RA também pode ocasionar o tédio e o desinteresse pelo treinamento.

Aptidão Tecnológica dos Funcionários (EP18): Participantes que já possuem habilidades na área de tecnologia estão mais dispostos para participarem do treinamento envolvendo a RA isso proporciona uma melhor fixação do conteúdo aprendido. Como evidenciado no artigo:

“As organizações devem considerar a proficiência tecnológica de seus colaboradores ao formular programas de treinamento e escolher tecnologias de aprendizagem, especialmente no que diz respeito aos efeitos moderadores. Aqueles com maior afinidade com a tecnologia podem obter vantagens mais significativas de ambientes de aprendizagem interativos, o que ressalta a importância de metodologias de treinamento individualizadas.” [EP18, tradução nossa]

5 CONCLUSÃO

Esta Revisão Sistemática de Literatura teve como objetivo geral: identificar como as tecnologias imersivas, de RA e RV, estão sendo aplicadas em treinamentos corporativos, destacando seus benefícios, desafios e impactos no aprendizado organizacional. Através dos resultados obtidos no desenvolvimento da pesquisa, pode-se constatar que esse objetivo foi alcançado.

Dentre os achados, constatou-se que tanto a RA como a RV vêm demonstrando um forte potencial de aplicação em diversos setores como: indústria, saúde, corporativo, elétrica, construção e tecnologia de eventos. No que se refere aos benefícios dessas tecnologias para os funcionários e aprendizes, destacam-se a redução de erros, aceleração da transferência de conhecimento, aumento da motivação, interesse e engajamento, melhorias de aprendizagem e elevação da percepção em segurança.

Entretanto, a implementação dessas tecnologias envolve alguns desafios, como carga cognitiva elevada, aspectos sociais, questões de usabilidade e custos. Além disso, foram identificados fatores importantes para a aceitação: o grau de familiaridade com a tecnologia e ambiente de trabalho, qualidade de design dos ambientes imersivos, desconforto e fadiga tecnológica. Dessa maneira, é importante destacar que as organizações invistam não apenas em infraestrutura, mas também em estratégias pedagógicas eficientes e na preparação dos usuários para maximizar os benefícios dessas tecnologias.

Os resultados aqui apresentados oferecem evidências sobre a eficácia e a aplicação das tecnologias de RA e RV no cenário de treinamentos corporativos, podendo ser ferramentas de bastante utilidade para o desenvolvimento de competências em tarefas que envolvem precisão, aprendizagem prática e simulação de ambientes de risco. Nesse sentido, este estudo fornece dados para que as organizações possam avaliar de forma estratégica a adoção dessas tecnologias, considerando tanto os benefícios quanto seus desafios. Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa também amplia o debate sobre o uso de tecnologias imersivas no contexto de treinamento corporativos.

Quanto às limitações da pesquisa, é importante destacar que houve poucos estudos primários que abordassem o uso combinado das tecnologias de RA e RV em treinamentos corporativos. A maioria dos artigos analisou cada tecnologia de forma isolada. Outra limitação constatada refere-se à quantidade de estudos voltados exclusivamente para a RA, que foi consideravelmente inferior em comparação aos estudos sobre RV, o que resultou em menos evidências para responder algumas questões, como a questão 2 (desafios de implementação) e a questão 4 (fatores de aceitação e engajamento).

Posto isso, em relação às futuras investigações, recomenda-se a ampliação do escopo de busca em outras bases de dados para identificar mais estudos que explorem a aplicação da RA de forma isolada ou em conjunto com a RV. Torna-se importante também adicionar publicações recentes do ano de 2025 à medida que novas pesquisas forem sendo publicadas para manter a revisão atualizada e captar as tendências mais recentes no uso de tecnologias imersivas no contexto corporativo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rui; BOAS, Ana Vilas. *Gestão estratégica de pessoas*. 1. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2009. 256 p.

ARENA, Fabio *et al.* An overview of augmented reality. *Computers*, v. 11, n. 2, p. 28, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/11/2/28/pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BOAS, Y. A. G. V. Overview of Virtual Reality Technologies. School of Electronics and Computer Science, University of Southampton Southampton, United Kingdom, [S. l.], p. 1-6, 2013. Disponível em: https://www.davidmarlett.com/s/yavb1g12_25879847_finalpaper.pdf. Acesso em: 22 mar. 2025.

CHENGODEN, Rajeswari *et al.* Metaverse for healthcare: a survey on potential applications, challenges and future directions. *IEEE access*, v. 11, p. 12765-12795, 2023. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3241628. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10034994>. Acesso em: 22 mar. 2025.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: O novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. São Paulo: Editora Manole, 2014. 512 p.

DE CASSIO MACEDO, Alex; DA SILVA, João Assumpção; BURROL, Tiago Martinuzzi. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **Revista novas tecnologias na educação**, v. 14, n. 2, 2016.

GARCIA, Anthon. How businesses benefit from immersive technologies. **Middle East Economy**, [S. l.], 23 dez. 2024. Disponível em: <https://economymiddleeast.com/how-businesses-benefit-from-immersive-technologies/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

GRISOSTI, Jeniffer. O que são treinamentos corporativos? Entenda a importância e 5 tipos para implementar: Individual ou em grupo, o treinamento corporativo é um processo essencial para empresas competitivas e sustentáveis. **Flash**, [S. l.], 9 set. 2024. Disponível em: <https://flashapp.com.br/blog/treinamento-e-desenvolvimento/treinamento-corporativo>. Acesso em: 16 mar. 2025.

HAI-BOLOURI, Amir; KATENDE, Jesse; ROSSI, Matti. Gamified immersive safety training in virtual reality: a mixed methods approach. **Journal of Workplace Learning**, n. ahead-of-print, 2024.

IMMERSIVE Technologies Market to Reach \$493.5 Billion by 2030 - Exclusive Report by **Meticulous Research®**, [S. l.], 2 ago. 2023. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/08/02/2716903/0/en/Immersive-Technologies-Market-to-Reach-493-5-Billion-by-2030-Exclusive-Report-by-Meticulous-Research.html>. Acesso em: 22 mar. 2025.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **ResearchGate**, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering.

KOUTITAS, George; SMITH, Scott; LAWRENCE, Grayson. Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. **Virtual Reality**, v. 25, n. 1, p. 83-94, 2021.

LEE, Yi-Chia Nina; SHAN, Li-Ting; CHEN, Chien-Hsu. System development of immersive technology theatre in museum. In: **International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 400-408. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39420-1_42. Acesso em: 21 mar. 2025.

Martins, Bruno Rodrigo, Joaquim Armando Jorge, and Ezequiel Roberto Zorzal. "Towards augmented reality for corporate training." *Interactive Learning Environments* 31.4 (2023): 2305-2323.

NYKÄNEN, Mikko et al. Implementing and evaluating novel safety training methods for construction sector workers: Results of a randomized controlled trial. **Journal of safety research**, v. 75, p. 205-221, 2020.

POPOV, Oleksandr O. et al. Immersive technology for training and professional development of nuclear power plants personnel. In: **Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021) Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021**. CEUR Workshop Proceedings, 2021. p. 230-254.

Suh, Ayoung, and Jane Prophet. "The state of immersive technology research: A literature analysis." *Computers in Human behavior* 86 (2018): 77-90. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563218301857?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=922c25f15ecbf613. Acesso em: 19 mar. 2025.

TATIĆ, Dušan; TEŠIĆ, Bojan. The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment. **Computers in Industry**, v. 85, p. 1-10, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.11.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361516302718>. Acesso em: 18 mar. 2025.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade virtual. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**, v. 3, p. 496, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7ba5/ddb4b0ab09d737bcdcc6bad26f090d7cafbf.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SCIENCE & Tech Spotlight: Extended Reality Technologies. **GAO**, [S. l.], 26 jan. 2022. Disponível em: <https://www.gao.gov/products/gao-22-105541>. Acesso em: 22 mar. 2025.

VALERIO NETTO, Antonio; MACHADO, Liliâne dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. Realidade virtual-definições, dispositivos e aplicações. 2002. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/eea56bbf-fdf6-4a65-9681-47497e5d3544/ND_54.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

WOHLGENANNT, Isabell; SIMONS, Alexander; STIEGLITZ, Stefan. Virtual reality. **Business & Information Systems Engineering**, v. 62, n. 5, p. 455-461, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-020-00658-9>. Acesso em: 22 mar. 2025.

XIE, Biao et al. A review on virtual reality skill training applications. **Frontiers in Virtual Reality**, v. 2, p. 645153, 2021.

APÊNDICE A – ARTIGOS SELECIONADOS

ID	Título	Autores	Ano	Fonte Base
[EP01]	Virtual Reality System for Industrial Motor Maintenance Training	T. R. de Oliveira; T. F. Martinelli; B. P. Bello; J. D. Batista; M. M. da Silva; B. B. Rodrigues	2020	IEEE
[EP02]	Augmented Reality as a tool for providing informational content in different production domains	T. Schmiedinger; M. Petke; L. von Czettritz; B. Wohlschläger; M. Adam	2020	ScienceDirect
[EP03]	Leveraging augmented reality for training transfer: a case of healthcare service providers in ophthalmology	R. Dixit; V. Sinha	2020	Emerald
[EP04]	A proposal to combat unconscious bias using VR	J. H. Seow; E. J. Ramirez; J. Tan; C. M. Thomas; B. Ashton	2021	Scopus
[EP05]	Augmented reality in VET: Benefits of a qualitative and quantitative study for workplace training	Peter Sommerauer	2021	Scopus
[EP06]	Towards the	F. Gabriele	2021	ScienceDirect

	adoption of virtual reality training systems for the self-tuition of industrial robot operators: A case study at KUKA	Pratticò, Fabrizio Lamberti		
[EP07]	From Worklife Competencies to Educational Virtual Reality Implementations	R. Kauppinen; M. Drake; J. Lindblad; J. Ranta	2022	Scopus
[EP08]	Virtual reality technology for workplace training: The case for developing cultural intelligence	Jestine Philip; Yeling Jiang; Mesut Akdere	2023	Scopus
[EP09]	Integration of Dynamic Models and Virtual Reality for the Training of Steam Generator Operators	L. Mantelli; M. Ferrando; A. Traverso; F. Giannini; K. Lupinetti; M. Monti; S. Anastasi; G. Augugliaro; L. Monica	2023	Scopus
[EP10]	TACTICS VR Stroke Telehealth Virtual Reality Training for Health Care Professionals Involved in Stroke Management at Telestroke Spoke Hospitals:	S. Maltby; C. Garcia-Esperson; K. Jackson; K. Butcher; J. W. Evans; W. O'Brien; C. Dixon; S. Russell; N. Wilson; M. G. Kluge; A. Ryan; C. L. Paul; N. J. Spratt; C. R.	2023	ScienceDirect

	Module Design and Implementation Study	Levi; F. R. Walker		
[EP11]	Analyzing the potential of virtual reality-supported training for industrial assembly tasks	J. Wolfartsberger ; R. Zimmermann; G. Obermeier; D. Niedermayr	2023	ScienceDirect
[EP12]	Evaluation of a Virtual Reality Platform to Train Stress Management Skills for a Defense Workforce: Multisite, Mixed Methods Feasibility Study	M. G. Kluge; S. Maltby; C. Kuhne; N. Walker; N. Bennett; E. Aidman; E. Nalivaiko; F. R. Walker	2023	ScienceDirect
[EP13]	Using VR technology in the pre-onboarding of temporary employees in a Norwegian SME	G. K. Lund; M. Ortova; A. G. Syversen	2023	ScienceDirect
[EP14]	Immersive Learning in the Workplace: Evaluating the Benefits of Augmented Reality for Training Programs	R. Sharma; D. Minhas	2024	IEEE
[EP15]	A Multimodal Virtual Reality System for	D. Fang; J. Chen; Y. Jiang; G.	2024	IEEE

	Switchgear Operation Training: Integration of Dynamic Gesture and Speech Recognition	Zhang		
[EP16]	Using SIM-TLX to investigate the potential impacts on cognitive load while undertaking tasks in a virtual workplace	A. Urbano; M. Mortimer; B. Horan; H. Stefan; K. Antlej	2024	Scopus
[EP17]	Gender Swap in Virtual Reality for Supporting Inclusion and Implications in the Workplace	L. Wu; K. B. Chen	2024	Scopus
[EP18]	Assessing the role of augmented reality in enhancing employee operational engagement and knowledge retention in UAE business training	F. Shwede; A. Aburayya; O. Gbemisola; A. A. Adelaja	2024	Scopus
[EP19]	Virtual reality hindrances in industrial training program: a Grey-DEMATEL analysis	C. P. de Oliveira; D. C. Fettermann; E. G. Castro Delgado; F. A. Moncayo	2024	ScienceDirect

[EP20]	Analysis of the effectiveness and user experience of employing virtual reality to enhance the efficacy of occupational safety and health learning for electrical workers and graduate students	A. P. Pribadi; Y. M. R. Rahman; C. D. A. Br Silalahi	2024	ScienceDirect
[EP21]	Enhancing accessibility in multi-learner virtual reality platform	S. E. Brock; A. Tandon; Y. E. Joglekar; P. Behmuaras	2024	ScienceDirect
[EP22]	Development and testing of immersive virtual reality environment for safe unmanned aerial vehicle usage in construction scenarios	M. Szóstak; A.-M. Mahamadu; D. C. Pérez; K. Agyekum; A. Prabhakaran	2024	ScienceDirect
[EP23]	Virtual reality in ergonomics by wearable devices: experiences from the automotive sector	C. Carnazzo; S. Spada; S. Lamacchia; F. Manuri; A. Sanna; M. P. Cavatorta	2024	ScienceDirect
[EP24]	Testing a novel haptic tram master controller technology via virtual reality: feasibility and	T. C. Callari; L. Moody; B. Horan	2024	ScienceDirect

	user acceptance considerations			
[EP25]	Enhancing manual inspection in semiconductor manufacturing with integrated augmented reality solutions	C.-H. Chu; C.-Y. Weng; Y.-T. Chen	2024	ScienceDirect
[EP26]	A visual management and augmented-reality-based training module for the enhancement of short and long-term procedural knowledge retention in complex machinery setup	L. Gualtieri; M. Öhler; A. Revolti; P. Dallasega	2024	ScienceDirect
[EP27]	Learning to direct attention: Consequences for procedural task training programs	Monique D. Crouse	2024	ScienceDirect
[EP28]	Employees' training experience in a metaverse environment? Feedback analysis using structural topic modeling	A. Saeed; A. Ali; S. Ashfaq	2024	ScienceDirect

[EP29]	A framework to integrate virtual reality into international standard safety trainings	I. S. Abotaleb; Y. Elhakim; M. El Rifaee; S. Bader; O. Hosny; A. Abodonya; S. Ibrahim; M. Sherif; A. Sorour; M. Soliman	2024	Emerald
--------	---	---	------	---------

APÊNDICE B – PONTUAÇÃO DOS ARTIGOS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE QUALIDADE

ID	Metodologia Clara	Aplicação Clara	Modelo ou proposta bem definidos	Discussão sobre os resultados encontrados	Mencionar ou desafios, limitações ou ameaças	Pontuação Total
[EP01]	1	1	1	1	0,5	4,5
[EP02]	0,5	1	1	1	0,5	4
[EP03]	1	0,5	1	0,5	0	3
[EP04]	0,5	1	0,5	0,5	0,5	3
[EP05]	1	1	1	1	1	5
[EP06]	1	1	1	1	1	5
[EP07]	1	1	1	1	1	5
[EP08]	1	1	1	1	1	5
[EP09]	1	1	1	1	1	5
[EP10]	1	1	1	1	1	5
[EP11]	1	1	1	1	1	5
[EP12]	1	1	1	1	1	5
[EP13]	1	1	0,5	1	0,5	4
[EP14]	1	1	1	1	0,5	4,5
[EP15]	1	1	1	1	0,5	4,5
[EP16]	1	1	1	1	1	5

[EP17]	1	1	1	1	1	5
[EP18]	1	1	1	1	1	5
[EP19]	1	1	1	1	1	5
[EP20]	1	1	1	1	0,5	4,5
[EP21]	1	1	1	1	1	5
[EP22]	1	1	1	1	1	5
[EP23]	1	1	1	1	0,5	4,5
[EP24]	1	1	1	1	1	5
[EP25]	0,5	1	1	1	0,5	4
[EP26]	1	1	1	1	1	5
[EP27]	1	1	0,5	1	1	4,5
[EP28]	1	1	1	1	1	5
[EP29]	1	1	1	1	0,5	4,5