XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8448

Uso da Realidade Virtual na Segurança dos Canteiros de Obras: Uma Revisão da Literatura

Use of Virtual Reality in Construction Site Safety: A Literature Review

Ana Carolina Leal Paixão
IFBA | Salvador | Brasil | 202311810010@ifba.edu.br
Joana Barbosa Santos
IFBA | Salvador | Brasil | 202311810012@ifba.edu.br
Regina Maria Cunha Leite
IFBA | Salvador | Brasil | regina.leite@ifba.edu.br
Alan Fernandes de Souza
IFBA | Salvador | Brasil | alan.letras@yahoo.com.br
Luis Claudio Alves Borja
IFBA | Salvador | Brasil | luisborja@ifba.edu.br
Marion Dias Ferreira
IFBA | Salvador | Brasil | mariondias@ifba.edu.br

Resumo

A indústria da construção apresenta elevados índices de acidentes de trabalho, o que demanda soluções inovadoras de prevenção capazes de reduzir riscos e fortalecer a segurança nos canteiros de obras. Este estudo analisa o uso da Realidade Virtual (RV) na segurança laboral do setor, bem como os desafios à sua adoção. Trata-se de uma revisão de literatura que selecionou e examinou estudos da última década nas áreas de engenharia civil e segurança do trabalho. Os resultados indicam que a RV potencializa a capacitação de trabalhadores por meio de simulações imersivas de riscos, favorecendo a retenção de conhecimento e a identificação de perigos sem exposição real. Contudo, os custos, as limitações tecnológicas e a resistência cultural configuram as principais barreiras à sua implementação. Conclui-se que a RV constitui uma ferramenta complementar promissora para o fortalecimento da cultura preventiva nos canteiros de obras.

Palavras-chave: *Construção Civil. Realidade Virtual. Segurança do Trabalho. EPI. Capacitação de Trabalhadores.*

Abstract

The construction industry has high rates of occupational accidents, which calls for innovative prevention solutions capable of reducing risks and strengthening safety on construction sites. This study analyzes the use of Virtual Reality (VR) in occupational safety within the sector, as well as the challenges to its adoption. It is a literature review that selected and examined studies from the last decade in the fields of civil engineering and occupational safety. The results indicate that VR enhances worker training through immersive risk simulations, promoting knowledge retention and hazard identification without real exposure. However, costs, technological limitations, and cultural resistance are the main barriers to its implementation. It is concluded that VR is a promising complementary tool for strengthening the preventive culture on construction sites.

Keywords: *Construction Industry. Virtual Reality. Occupational Safety. PPE. Worker Training.*

Como citar:
PAIXÃO, Ana C. L.; SANTOS, Joana B.; LEITE, Regina M. C.; SOUZA, Alan F.; BORJA, L. C. A.; FERREIRA, Marion D. Uso da Realidade Virtual na Segurança dos Canteiros de Obras: Uma Revisão da Literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8448

INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha papel estratégico no desenvolvimento econômico e social do Brasil, mas permanece historicamente associada a elevados índices de acidentes de trabalho. A Construção Civil é um dos setores em que mais ocorrem acidentes do trabalho [1], essa realidade evidencia fragilidades persistentes nos processos de capacitação, na gestão de riscos e na organização dos canteiros de obras. Dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho [2] indicam que o setor concentra aproximadamente 20% dos acidentes registrados no país.

Estudos apontam que a variabilidade das atividades, a informalidade estrutural e a baixa adesão às normas regulamentadoras constituem fatores críticos que ampliam a riscos operacionais e favorecem a combinação de falhas humanas e organizacionais [1, 3, 4]. Esses elementos estruturais reforçam a necessidade de estratégias inovadoras que apoiem a prevenção de acidentes e fortaleçam a cultura de segurança. Assim, cresce o interesse por tecnologias emergentes capazes de apoiar práticas preventivas.

A literatura recente destaca que a digitalização da construção civil, impulsionada por ferramentas como BIM, sensores inteligentes e ambientes imersivos, tem ampliado as possibilidades de antecipação de riscos e de treinamento seguro [5, 6, 7, 8, 9]. Entre essas tecnologias, a Realidade Virtual (RV) se destaca por permitir simulações de situações perigosas sem exposição física, favorecendo a aprendizagem experiencial e o desenvolvimento de comportamentos preventivos.

Apesar desse potencial, a adoção da RV na construção civil brasileira ainda é incipiente, limitada por barreiras econômicas, falta de infraestrutura tecnológica e resistência cultural. A literatura também evidencia lacunas quanto à sistematização das evidências de eficácia e os desafios de implementação em contextos reais de obra.

Diante disso, este estudo busca responder à seguinte questão: quais evidências sobre a literatura recente apresenta sobre o uso da RV na segurança do trabalho da construção civil e quais desafios são apontados para sua adoção? O objetivo é analisar o estado da arte, oferecendo um panorama atualizado que subsidie decisões de pesquisadores, gestores e profissionais da área.

ARCABOUÇO CONCEITUAL

O arcabouço conceitual deste estudo integra três eixos fundamentais: (i) a complexidade da construção civil e sua relação com acidentes de trabalho; (ii) os fundamentos legais e organizacionais da segurança laboral; e (iii) a Realidade Virtual aplicada à prevenção de riscos. Segundo Mattos [10], a complexidade e o dinamismo da atividade favorecem improvisações nos canteiros, o que, somado ao elevado número de acidentes, reforça a necessidade de mecanismos eficazes de prevenção.

Do ponto de vista normativo, o conceito de acidente de trabalho é definido pela Lei nº 8.213/91 [11] como o evento que ocorre no exercício da atividade laboral e que provoca lesão, morte ou redução da capacidade de trabalho. A legislação brasileira, complementada por normas como a NR-18 [12] e a NR-35 [13], estabelece diretrizes

para organização dos canteiros, uso de EPIs e capacitação obrigatória, mas estudos apontam que a simples existência de normas não garante sua efetividade, sobretudo em contextos em que a cultura de segurança é frágil. Diante da gravidade e diversidade desses eventos, torna-se indispensável adotar estratégias que apoiem a identificação e o controle de riscos nos canteiros de obras.

A Realidade Virtual é uma tecnologia em evolução. Silva, Giesta e Costa [14] a definem como “a forma mais avançada de interface de usuário de computador”, capaz de criar ambientes sintéticos que dão ao usuário a impressão de presença no espaço virtual. Outros autores destacam seu caráter imersivo e sensorial [5], a possibilidade de acessar ambientes “inalcançáveis e inimagináveis” [16], e a interatividade como elemento central da experiência virtual [17]. Winkler et al. [18] sintetizam a RV como uma representação tridimensional que possibilita presença e engajamento cognitivo.

A literatura também aponta que a RV favorece o aprendizado experiencial, permitindo que trabalhadores vivenciem situações de risco em ambiente controlado, desenvolvendo competências cognitivas e comportamentais essenciais para a prevenção. Pesquisas em ergonomia, psicologia do trabalho e engenharia de segurança demonstram que simulações imersivas aumentam a retenção de conhecimento, reduzem erros operacionais e fortalecem a cultura preventiva [19,20].

Por fim, o Oculus Rift [21], um dos dispositivos pioneiros na popularização da Realidade Virtual, passou a ocupar papel estratégico na criação de ambientes virtuais e interativos com melhorias em imersão, rastreamento de movimentos e integração com plataformas digitais, após sua aquisição pelo Facebook (hoje Meta) em 2014. Os investimentos impulsionaram seu uso em treinamentos e simulações profissionais, inclusive na construção civil, com a utilização da RV para simular riscos de forma realista e prevenir acidentes em canteiros de obras.

Assim, a RV se insere em um movimento mais amplo de transformação digital da construção civil, alinhado às tendências de Indústria 4.0 e Construção 4.0, que buscam integrar tecnologias imersivas, automação e análise de dados para aprimorar processos e reduzir riscos [5, 6, 7, 8, 9].

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão de literatura de abordagem qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, voltada à análise das contribuições da Realidade Virtual (RV) para a segurança do trabalho na construção civil. A escolha pela abordagem qualitativa decorre da natureza interpretativa do estudo, centrada na compreensão crítica das evidências disponíveis, sem aplicação de métodos estatísticos ou análises quantitativas. O objetivo foi identificar padrões, tendências, contribuições e lacunas presentes na produção científica recente sobre o tema.

Para garantir rigor e transparência, foram definidos previamente critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos estudos publicados entre 2019 e 2025, disponíveis na íntegra em língua portuguesa, que abordassem a aplicação da RV na construção civil ou em treinamentos de segurança do trabalho, contemplando análises conceituais,

aplicações práticas ou dados empíricos. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com o tema, resumos sem acesso ao texto completo e publicações fora do recorte temporal, exceto obras clássicas ou normativas essenciais.

As buscas foram realizadas entre dezembro de 2025 e janeiro de 2026 em bases de dados acadêmicas e repositórios institucionais, com combinações de palavras-chave relacionadas à construção civil, segurança do trabalho e realidade virtual. A seleção seguiu as etapas recomendadas para revisão sistemática: foram identificados 69 estudos; após triagem por título e resumo, 29 foram excluídos por não terem relação direta com o tema ou por serem exclusivamente conceituais, restando 40 estudos para leitura completa. Na etapa de elegibilidade, 31 estudos foram excluídos por ausência de aplicação prática, foco fora da construção civil ou uso da RV apenas para visualização de projetos. Ao final, 9 estudos compuseram a amostra da revisão.

A análise dos dados foi conduzida por meio da técnica de análise temática, que permite identificar padrões, categorias e recorrências nos estudos selecionados. O processo envolveu leitura integral dos textos, codificação das informações relevantes, categorização dos achados em eixos temáticos e síntese interpretativa das contribuições e lacunas identificadas. Esse procedimento possibilitou compreender como a RV vem sendo aplicada na segurança do trabalho da construção civil, bem como os desafios e limitações apontados pela literatura recente.

O USO DE TECNOLOGIAS REALIDADE VIRTUAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: O ESTADO DA ARTE

A literatura recente mostra que a RV tem avançado de forma gradual na construção civil, acompanhando a evolução tecnológica e a busca por métodos mais eficazes de prevenção de acidentes. Os estudos analisados (2019 a 2025) indicam que ela deixou de ser uma ferramenta experimental e passou a integrar a capacitação de trabalhadores e a simulação de riscos em ambientes controlados.

Os resultados desta pesquisa são apresentados no Quadro 1, onde se pode examinar autor(es), título, objetivo do trabalho, resultados e as perspectiva dos trabalhadores sobre o uso da RV na construção civil, para cada artigo selecionado.

Os trabalhos iniciais, como os de 2019, destacam RV como “a forma mais avançada de interface de usuário de computador” capaz de permitir ao indivíduo “vivenciar mundos inexistentes fisicamente” [14]. Em 2020, a literatura reforça o caráter sensorial e imersivo da tecnologia, enfatizando sua capacidade de criar ambientes que o usuário percebe como reais, ampliando o potencial de aprendizagem segura [16].

A partir de 2023, os estudos passam a evidenciar a expansão e o aprofundamento técnico da RV, destacando seu potencial de imergir o usuário em ambientes “inalcançáveis e inimagináveis” [16]. Em 2025, a literatura aponta para uma integração mais madura da RV à educação e à segurança no canteiro de obras, entendendo-a como uma representação tridimensional que permite presença e engajamento cognitivo [18, 26].

Quadro 1 - Uso da RV na Construção Civil

Autor(es), Ano e Título	Objetivos e Resultados	RV e construção: Perspectiva trabalhadores
Silva, Giesta e Costa (2019) [14]. Realidade virtual e aumentada em projetos de construção civil.	Analisar RV como recurso para o planejamento do canteiro. A RV possibilita visualização em escala real e simulações complexas.	RV como uma interface para experiências imersivas e interação em ambientes digitais. Destaca o potencial da RV no planejamento e visualização em escala real do canteiro, contribuindo para a segurança.
Lucena (2019) [22]. Desenvolvimento de recursos baseados em jogos e realidade virtual para capacitação em segurança do trabalho de gestores da construção civil.	Avaliar a eficácia da RV na capacitação em segurança. Trabalhadores treinados em ambientes virtuais identificam mais riscos	Estudo empírico e aplicado. Treinamentos virtuais superam os tradicionais na identificação de riscos, mas custos, infraestrutura e resistência organizacional dificultam a implementação.
Júnior e Martins (2020) [15]. Realidade virtual e aumentada em projetos de construção civil.	Discutir a aplicação da RV na construção civil. A RV permite simulações de cenários perigosos e apoio à prevenção.	Reconhecem o potencial da RV na construção civil, mas apontam resistência cultural e baixa familiaridade digital dos profissionais.
Santana (2023) [23]. Aplicação da realidade virtual e realidade aumentada na engenharia civil.	Analisar RV na engenharia civil. A RV é eficaz em treinamentos emergenciais e visualização de riscos.	Perspectiva histórica e interdisciplinar da RV na engenharia civil, com potencial para treinamentos seguros e emergenciais, mas com limitações apontadas.
Souza (2023) [1]. Segurança no canteiro de obras: prevenção de acidentes na engenharia civil através da aplicação da NR-18 e uso adequado de EPIs.	Discutir medidas de prevenção de acidentes. A RV surge como ferramenta complementar aos treinamentos tradicionais.	Enfatiza a gravidade dos acidentes e a baixa adesão às normas do setor. Com foco para a dimensão organizacional, apresenta a RV como ferramenta capaz de suprir lacunas de capacitação e de conformidade normativa.
Melo (2023) [24]. Diretriz da NR 18, principais acidentes da construção civil e tecnologias emergentes para garantia da segurança e saúde do trabalho: uma revisão bibliográfica	Investigar tecnologias aplicadas à segurança do trabalho. A RV é usada para simular operações críticas.	Perspectiva operacional e técnica: RV em simulações críticas e na identificação antecipada de perigos, com ênfase no aprendizado e na decisão segura, e pouca discussão de custos e limitações.
Diógenes (2023) [25]. Verificação das conformidades da área de vivência de um canteiro de obras conforme NR 18.	Analisar a aplicação da NR-18. Embora não foque diretamente em RV, evidencia lacunas que a tecnologia pode suprir.	Perspectiva normativa e organizacional: falhas recorrentes no cumprimento da NR-18 e apresenta a RV como complemento para reforçar treinamentos, DDS e a compreensão das exigências legais.
Rosa, Ceolin e Turchetti (2025) [16]. Segurança do trabalho: o uso da realidade virtual na educação profissional e tecnológica.	Analisar a RV na capacitação profissional. A RV apoia a internalização de hábitos seguros.	A RV como tecnologia consolidada na educação e capacitação profissional. Internalização de hábitos seguros e a automatização de comportamentos preventivos, destaque em contextos de alto risco e elevada complexidade.
Leite, R. et al. (2025) [26]. Avaliação de Realidade Virtual para Treinamento de Profissionais da Construção Civil que Trabalham em Altura	Analisar a RV no treinamento em segurança: ambientes imersivos e controlados previnem riscos sem exposição, com ganhos em atividades críticas, como o trabalho em altura.	Apresenta a RV como ferramenta estratégica de prevenção, além do uso didático, com potencial para simular falhas e emergências e avaliar comportamentos. Aponta limitações na implementação em obras reais e a falta de estudos que comprovem a redução de acidentes.

Fonte: os autores.

A análise dos nove estudos selecionados revelou três eixos centrais sobre o uso da Realidade Virtual (RV) na segurança do trabalho. O primeiro refere-se às aplicações da tecnologia, com predominância de treinamentos imersivos voltados à simulação de riscos, à identificação antecipada de perigos e ao reforço da cultura preventiva [16, 22]. Dois estudos abordaram a simulação de riscos específicos, como trabalho em altura, movimentação de cargas e evacuação emergencial [26], e apenas um tratou do planejamento e da visualização de canteiros, com modelos tridimensionais para análise de interferências [14].

O segundo eixo reúne benefícios recorrentes, como maior retenção de conhecimento, redução de erros operacionais, engajamento dos trabalhadores, possibilidade de treinamento sem exposição real e fortalecimento da cultura preventiva. O terceiro eixo evidencia limitações, como custos elevados, necessidade de infraestrutura tecnológica, resistência cultural, falta de integração com BIM e IoT e escassez de validações empíricas em obras reais.

DISCUSSÕES

A discussão dos resultados aponta para um avanço da RV como ferramenta estratégica para a segurança na construção civil, embora sua adoção ainda seja desigual e marcada por barreiras estruturais e culturais. A maior parte dos estudos possui caráter exploratório, com predominância de aplicações em ambientes controlados. Dos nove estudos, seis utilizaram RV em treinamentos imersivos, dois em simulação de riscos específicos e apenas um em planejamento de canteiro, indicando concentração da tecnologia em atividades de capacitação. Apenas três estudos apresentaram validação empírica em contextos reais de obra, revelando a necessidade de pesquisas mais robustas sobre sua eficácia prática.

Os estudos convergem ao demonstrar que a RV favorece o aprendizado experiencial, a identificação antecipada de riscos e a cultura preventiva. Lucena [22] mostra que trabalhadores treinados em ambientes virtuais reconhecem mais perigos que os treinados por métodos tradicionais, e Rosa, Ceolin e Turchetti [16] destacam a internalização de hábitos seguros. Esses achados são consistentes com evidências internacionais de ganhos na retenção de conhecimento e redução de erros [20].

Apesar dos benefícios, persistem barreiras significativas para sua adoção. Os estudos apontam custos elevados, necessidade de infraestrutura tecnológica, baixa familiaridade digital e resistência cultural de trabalhadores e gestores. Em ambientes com cultura de segurança frágil, a introdução de tecnologias imersivas enfrenta maior rejeição. A simples existência da tecnologia não garante sua incorporação, sendo necessário investimento em sensibilização, treinamento e políticas institucionais.

Outro desafio é a ausência de integração da RV com tecnologias da Construção 4.0, como BIM, IoT e sistemas de análise de dados. Embora mencionada como possibilidade, nenhum estudo apresentou aplicações práticas dessa integração. Essa lacuna limita o potencial da RV, que poderia ser ampliado por simulações baseadas em dados reais e análises preditivas de risco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa conclui que a construção civil, ainda enfrenta “desafios expressivos relacionados à segurança do trabalho”, refletidos nos altos índices de acidentes nos canteiros de obras. A revisão da literatura demonstra que a Realidade Virtual (RV) vem se consolidando como uma ferramenta promissora para mitigar esses riscos, ao permitir “treinamentos imersivos, simulações de situações perigosas e a antecipação de cenários críticos sem a exposição direta do trabalhador ao perigo real”.

Os estudos convergem ao indicar que a RV fortalece a cultura preventiva, melhora a identificação de riscos e favorece a assimilação das normas de segurança, sobretudo quando integrada à NR-18 e à NR-35. Contudo, custos, infraestrutura e resistência cultural dificultam sua adoção, o que reforça seu papel complementar, e não substitutivo, às práticas tradicionais.

Os resultados também apontam que superar a resistência cultural exige difusão educacional da RV, sugerindo a criação de laboratórios em cursos técnicos e de engenharia, além de sua instalação em grandes canteiros de obras para formação continuada de trabalhadores. A incorporação da RV é apresentada como um caminho relevante para modernizar práticas de segurança, desde que acompanhada de planejamento e investimento.

Por fim, outras veredas para pesquisas futuras, como investigar o uso de trajes hápticas, luvas de feedback de força, esteiras omnidirecionais, sistemas CAVE e interfaces cérebro-computador, tecnologias que podem ampliar ainda mais a prevenção de acidentes na construção civil. Essas lacunas representam “desafios emergentes na literatura recente” e oportunidades para aprofundar a integração entre RV, automação e segurança do trabalho.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta Microsoft Copilot para melhorar a fundamentação teórica na fase de revisão do artigo. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] Souza, V. S. de. (2023). **SEGURANÇA NO CANTEIRO DE OBRAS: PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA ENGENHARIA CIVIL ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA NR,18 E USO ADEQUADO DE EPIS**. *Revista Ibero,Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, *9*(10), 4103–4125. https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.11615

[2] SMARTLAB; ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. ***Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho***. 2023. Disponível em: <https://smartlabbr.org>. Acesso em: 29 jun. 2026.

[3] GONTIJO, M. H. C.; BEZERRA, M. R. C. S.; BRITO, D. R. N.; SILVA, G. M. **Análise bibliográfica e quantitativa dos acidentes de trabalho em altura na construção civil no Brasil**. *Revista Sociedade Científica*, 2023.

[4] LIMA, J. P.; FERREIRA, A. C.; MOURA, R. S. **Informalidade e riscos ocupacionais na construção civil brasileira**. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 12, n. 2, p. 55–70, 2020.

[5] SACKS, R. et al. ***Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment***. London: Routledge, 2020.

[6] OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. **Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.**0. *Computers in Industry*, v. 83, p. 121–139, 2016.

[7] BOTON, C. **Supporting constructability analysis meetings with immersive virtual reality-based collaborative BIM tools**. *Automation in Construction*, v. 114, p. 103–118, 2020.

[8] SAWHNEY, A.; SINGH, M.; PEREIRA, E. ***Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment***. London: Routledge, 2020.

[9] NETO, A. S.; SILVA, M. B.; OLIVEIRA, R. F. **Aplicações de realidade virtual na segurança do trabalho: uma revisão sistemática**. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 47, e2022-012, 2022.

[10] MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Disponível em: https://books.google.com. Acesso em: 30 dez. 2025.

[11] BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 jul. 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213.htm. Acesso em: 11 dez. 2025.

[12] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-18 – Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18. Acesso em: 29 jun. 2026.

[13] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-35 – Trabalho em Altura**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.Acesso em: 29 jun. 2026.

[14] SILVA, C. B. F.; GIESTA, J.; COSTA, A. C. S. **Realidade virtual como ferramenta facilitadora no planejamento de canteiro de obras**. 4º Congresso Nacional de Construção de Edifícios, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Josyanne,Giesta/publication/339377109_REALIDADE_VIRTUAL_COMO_FERRAMENTA_FACILITADORA_NO_PLANEJAMENTO_DE_CANTEIRO_DE_OBRAS. Acesso em: 11 dez. 2025.

[15] ESTEVES JÚNIOR, A. R. S.; MARTINS, R. M. **Realidade virtual e aumentada em projetos de construção civil**. Revista e Locução, FAEX, 2020. Disponível em: https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e,Locucao/article/view/255/199. Acesso em: 11 dez. 2025.

[16] ROSA, J. S. A.; CEOLIN, S. R.; TURCHETTI, R. C. **Segurança do trabalho: o uso da realidade virtual na educação profissional e tecnológica**. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, v. XIX, n. 19, 2025. Disponível em: https://mail.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/2557/2018. Acesso em: 11 dez. 2025.

[17] ENIAC. **Realidade virtual: o que é, como funciona e mais!** Centro Universitário de Excelência, 2023. Disponível em: https://www.eniac.edu.br/blog/realidade,virtual,o,que,e,como,funciona,e,mais. Acesso em: 11 dez. 2025.

[18] WINKLER, Ingrid et al**. Biofeedback na avaliação da experiência do usuário em ambientes imersivos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE, XXV. Livro de minicursos, p. 184–217. Disponível em: ttps://www.researchgate.net/profile/Ingrid,Winkler/publication/392522863_Biofeedback_na_avaliacao_da_experiencia_do_usuario_em_ambientes_imersivos/links/684abe6be7be56124ab5d05b/Biofeedback,na,avaliacao,da,experiencia,do,usuario,em,ambientes,imersivos.pdf. Acesso em: 30 dez. 2025.

[19] VIEIRA, Glauber Islan Ferreira; VASCONCELOS, Bianca Maria; CRUZ, Felipe Mendes da; AZEVEDO, Vinícius Francis Braga de. **O uso da realidade virtual na formação de trabalhadores: uma revisão sistemática da literatura**. Anais da Mostra de Extensão, Inovação e Pesquisa, v. 12, n. 1, 2025.

[20] PURUSHOTHAMAN, Mahesh Babu; JESSICA, Pricilia; GHAFFARIANHOSEINI, Ali. **Exploring the Potential of Virtual Reality Technology to Improve Safety Practices in the Construction Sector Through Network, Loop, and Critical Path Analysis**. Buildings, v. 15, n. 4152, 2025.

[21] MONICA, Riccardo; ALEOTTI, Jacopo. **Avaliação do sistema de rastreamento Oculus Rift S em realidade virtual em escala de sala**. Virtual Reality, v. 26, n. 4, p. 1335, 1345, 2022. Disponível em: http://C:/Users/User/Downloads/Evaluation_of_the_Oculus_Rift_S_tracking_system_in..pdf. Acesso em: 11 dez. 2025.

[22] LUCENA, A. F. E. **Desenvolvimento de recursos baseados em jogos e realidade virtual para capacitação em segurança do trabalho de gestores da construção civil**. Universidade Estadual de Londrina, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343998796_Desenvolvimento_de_recursos_ba seados_em_jogos_e_realidade_virtual. Acesso em: 11 dez. 2025.

[23] SANTANA, L. C. **Aplicação da realidade virtual e realidade aumentada na engenharia civil**. UNIFACS, 2023. Disponível em: https://repositorio, api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/d6117b21, fd94 ,4a3d,9674,23736096115f/content. Acesso em: 11 dez. 2025.

[24] MELO, K. F. B. N. **Diretriz da NR 18, principais acidentes da construção civil e tecnologias emergentes para garantia da segurança e saúde do trabalho: uma revisão bibliográfica**. UFRN, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/782a1b3c,f351,46d2,a015,782a5f2 4d57a/content. Acesso em: 11 dez. 2025.

[25] DIÓGENES, R. R. U. **Verificação das conformidades da área de vivência de um canteiro de obras de acordo com a NR 18**. UFERSA, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/0a8ac8cb,f26d,4459,a806,52 80cefcad0b/content. Acesso em: 11 dez. 2025.

[26] LEITE, Regina Maria Cunha; CORDEIRO, André; GREGORY, Lucas; CATAPAN, Marcio; WINKLER, Ingrid. **Avaliação de realidade virtual para treinamento de profissionais da construção civil que trabalham em altura**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 14., 2025. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025. DOI: 10.46421/sibragec.v14i.6576.