

---

# REALIDADE VIRTUAL APLICADA NA CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

---

VIRTUAL REALITY APPLIED TO PROFESSIONAL TRAINING  
IN CIVIL CONSTRUCTION

REALIDAD VIRTUAL APLICADA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL  
EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL

---

*Leonardo Augusto de Oliveira<sup>1</sup>, Bianca M. Vasconcelos<sup>2</sup>*

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo identificar o uso da realidade virtual aplicada no aprendizado de profissões técnicas na área da construção civil e sua correlação com a segurança do trabalho, analisando e sintetizando a literatura atual. A metodologia adotada consistiu na realização de uma revisão sistemática da literatura, utilizando a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), para análise dos conteúdos dos artigos obtidos e selecionados. Como resultados, foram identificadas: as principais tecnologias imersivas, que utilizam a Realidade Virtual (RV), voltadas para a capacitação técnica do setor da Construção Civil; a forma de utilização da tecnologia de RV no ensino da construção civil; e a correlação entre essas tecnologias identificadas e os conceitos da segurança no trabalho. Foi constatado que a tecnologia de RV está em franca expansão no referido setor e que o enfoque dado nos sistemas imersivos, já desenvolvidos, necessita de uma maior interação com os conceitos da segurança do trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologias Imersivas, Realidade Virtual, Educação Profissional e Construção Civil.

---

<sup>1</sup> MBA em Engenharia da Produção e Automação Industrial - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Recife, PE - Brasil. Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho - Universidade de Pernambuco (UPE). Recife, PE - Brasil. Engenheiro Eletricista - Federação das Indústrias de Pernambuco (FIEPE). Recife, PE - Brasil. E-mail: [lao2@poli.br](mailto:lao2@poli.br)

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil - Universidade do Porto (U.Porto). Porto - Portugal. Professora Adjunta - Universidade de Pernambuco (UPE). Recife, PE - Brasil. E-mail: [bianca.vasconcelos@upe.br](mailto:bianca.vasconcelos@upe.br)

**Submetido em:** 20/07/2022 - **Aceito em:** 15/02/2023 - **Publicado em:** 08/04/2024

**ABSTRACT**

This work aims to identify the use of virtual reality applied to technical professions' learning in the area of civil construction and its correlation with occupational safety, analyzing and synthesizing the current literature. The methodology adopted consisted of carrying out a systematic literature review, using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) methodology to analyze the contents of the articles obtained and selected. As a result, the following were identified: the main immersive technologies, which use Virtual Reality (VR), aimed at technical training in the civil construction sector; how to use VR technology in civil construction teaching; and the correlation between these identified technologies and occupational safety concepts. It was found that the VR technology is rapidly expanding in this sector and that the focus given to immersive systems, already developed, needs a greater interaction with occupational safety concepts.

**KEYWORDS:** Immersive Technologies, Virtual Reality, Professional Education and Civil Construction.

**RESUMEN**

Este trabajo tiene como objetivo identificar el uso de la realidad virtual aplicada al aprendizaje de profesiones técnicas en el área de la construcción civil y su correlación con la seguridad laboral, analizando y sintetizando la literatura actual. La metodología adoptada consistió en la realización de una revisión sistemática de la literatura, utilizando la metodología *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), para analizar el contenido de los artículos obtenidos y seleccionados. Como resultados se identificaron: las principales tecnologías inmersivas, que utilizan la Realidad Virtual (RV), destinadas a la formación técnica del sector de la construcción civil; la forma de uso de la tecnología de RV en la enseñanza de la construcción civil; y la correlación entre estas tecnologías identificadas y los conceptos de seguridad en el trabajo. Se ha constatado que la tecnología de la RV está en franca expansión en el ámbito referido y que el enfoque dado a los sistemas inmersivos, ya desarrollados, necesita de una mayor interacción con los conceptos de la seguridad del trabajo.

**PALAVRAS CLAVE:** Tecnologías Inmersivas, Realidad Virtual, Educación Profesional y Construcción Civil.

\*\*\*

## 1 INTRODUÇÃO

O termo realidade virtual (RV) denota uma escala contínua que varia entre o totalmente virtual e o totalmente real. A RV é comumente descrita como ambientes gerados por computador ou realidades projetadas, para simular a presença física de uma pessoa em um ambiente envolvente e convincente. O objetivo da RV é permitir que uma pessoa experimente e manipule o ambiente virtual como se fosse o mundo real (Wolfartsberger, 2019). O uso da RV, além de inúmeros benefícios, como redução de custos e impacto ambiental, também promove a produtividade, pois desperta a curiosidade dos alunos, motivando-os com seus estudos (Reinheimer *et al.*, 2020). Soto (2020) apresenta que a melhora da qualidade de aprendizagem vem de novas tecnologias, dentre elas a RV, trazendo uma nova motivação para a aprendizagem dos assuntos abordados.

Conforme desenvolvido por Quadros *et al.* (2020), o uso de novas tecnologias, que contenham elementos de recreação e divertimento, como a inserção da gamificação, vem ganhando seu espaço como estratégia no processo de ensino e aprendizagem, tornando-se um dos recursos didáticos mais eficientes na atualidade. Segundo Afonso *et al.* (2020), há

diversas definições para RV. Uma delas é a experiência de imersão, envolvimento e interação com o mundo virtual em tempo real, através de aparelhos tecnológicos. Essas tecnologias estão cada vez mais acessíveis dentro do ambiente escolar, possibilitando ao educador diversas formas de aulas interativas, fixando a atenção dos estudantes com aulas dinâmicas e lúdicas. Decerto, a imersão conferida pelo mundo virtual, quando usada em contexto escolar, pode potencializar a aprendizagem do aluno, visto que o aproxima de situações e fenômenos estudados, motivando-o para o aprendizado, já que, atualmente, a tecnologia é uma constante na sociedade, em especial para os usuários em idade escolar (Ferreira *et al.*, 2021).

Para Barbosa (2018), professores e educadores percebem a importância em cada vez mais proporcionar possibilidades, a fim de ensinar habilidades básicas, como leitura, pesquisa e raciocínio ao aluno. Acrescenta ainda que, para o desenvolvimento profissional, faz-se necessária a prática de vários atributos, como raciocínio crítico, comunicação, colaboração e trabalho de forma criativa. Segundo Wang (2020), em disciplinas, como Materiais de Construção e Arquitetura, no curso de engenharia civil, o método tradicional de ensino dessas unidades curriculares tem várias limitações: falta diversidade de conteúdos; capacidade dos alunos não é bem treinada; as experiências não são coerentes com as teorias; e as teorias não são totalmente aplicadas na prática.

De acordo com Lucas (2020) *apud* Roussou *et al.* (2006), a aprendizagem abrangente em um ambiente virtual tridimensional permite que os alunos retenham conceitos mais complexos dos fenômenos tridimensionais, em oposição a outras formas de conceituação. Conforme apresenta Delgado *et al.* (2020), a Realidade Virtual é uma tecnologia de extrema importância para os setores de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), pois o ambiente construído está intrinsecamente associado ao espaço tridimensional e os profissionais dessas áreas dependem fortemente de imagens neste formato para comunicação. Rauf *et al.* (2019) citam que os laboratórios de RV possuem um papel crucial na melhoria da aprendizagem, o que oferece aos alunos a chance de perceber sistemas estruturais, detalhes de construção, materiais de experimentação, o contexto histórico das estruturas de construção, considerações ambientais e assim por diante. Cada tipo de laboratório tem seu potencial, sejam laboratórios práticos, simulados ou remotos, que fortalecem a imaginação dos alunos durante os projetos em desenvolvimento. Realidades virtuais, hologramas e outros produtos da nova tecnologia abrem meios preenchidos no âmbito do ensino de arquitetura e, especialmente, nas disciplinas na área da construção civil.

Para Bashabsheh (2019), com a evolução da tecnologia da informação, a multimídia e o desenvolvimento em ambiente virtual dão a oportunidade de desenvolver o processo educacional do setor da construção civil, utilizando formas e métodos de ensino mais eficazes que os tradicionais. Isso tornará a construção de edifícios e as ideias estruturais mais

compreensíveis. Segundo Zhang *et al.* (2020), dado seu enorme potencial, a Realidade Virtual e as aplicações relacionadas a essa tecnologia tem sido cada vez mais estudada e usadas na indústria de AEC; no entanto, essa tecnologia ainda não foi adotada como ferramenta de rotina no dia a dia de trabalho, devido à necessidade de investimentos em equipamentos, oferta de conteúdo e custos elevados, caracterizando-se barreiras que impedem a RV de se tornar popular.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar o uso da Realidade Virtual no aprendizado de profissões técnicas na área da construção civil e sua correlação com a segurança do trabalho, analisando e sintetizando a literatura existente atualmente.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia consistiu em uma revisão sistemática da literatura (RSL), utilizando a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) e a análise dos dados obtidos, objetivando identificar as principais iniciativas que empregam a RV no aprendizado de profissões técnicas na área da construção civil e sua correlação com a segurança do trabalho.

### 2.1 Metodologia PRISMA

Foram realizadas pesquisas sobre a Realidade Virtual empregada no aprendizado de profissões técnicas na área da construção civil e sua correlação com a segurança do trabalho, utilizando os bancos de dados das bases CAPES, Scopus, *Engineering Village* e *Web of Science*, escolhidas por sua amplitude, relevância e especificidade de dados referentes ao tema em questão. As palavras-chave utilizadas para a coleta desses dados, objetivando obter artigos e periódicos que possuíam o tema em questão, em inglês, por motivos de abrangência, foram "Education", "Virtual Reality" e "Construction". Para a seleção dos artigos e periódicos utilizados, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão.

#### 2.1.1 Critérios de Inclusão:

Para inclusão no estudo, foram considerados artigos com abordagem de novas tecnologias de ensino fundamentadas em tecnologias imersivas, relacionadas à aprendizagem profissionalizante em construção civil.

### 2.1.2 Critérios de exclusão:

Para exclusão, foram utilizados os seguintes filtros: o tema do artigo; a data de publicação (artigos escritos antes de 2016); e a área de atuação (que estejam fora da área de engenharia).

### 2.1.3 Critérios de Qualidade:

Para estabelecer os critérios de qualidade, foram considerados estudos que apresentassem clareza e relevância no tema proposto, estudos que apresentassem resultados coerentes com o objetivo da pesquisa e estudos que indicassem aderência à temática das tecnologias imersivas.

### 2.2 Análise dos Dados:

A partir dos resultados obtidos, buscou-se elaborar uma síntese com a descrição do conteúdo da RSL, uma análise qualitativa e uma análise quantitativa.

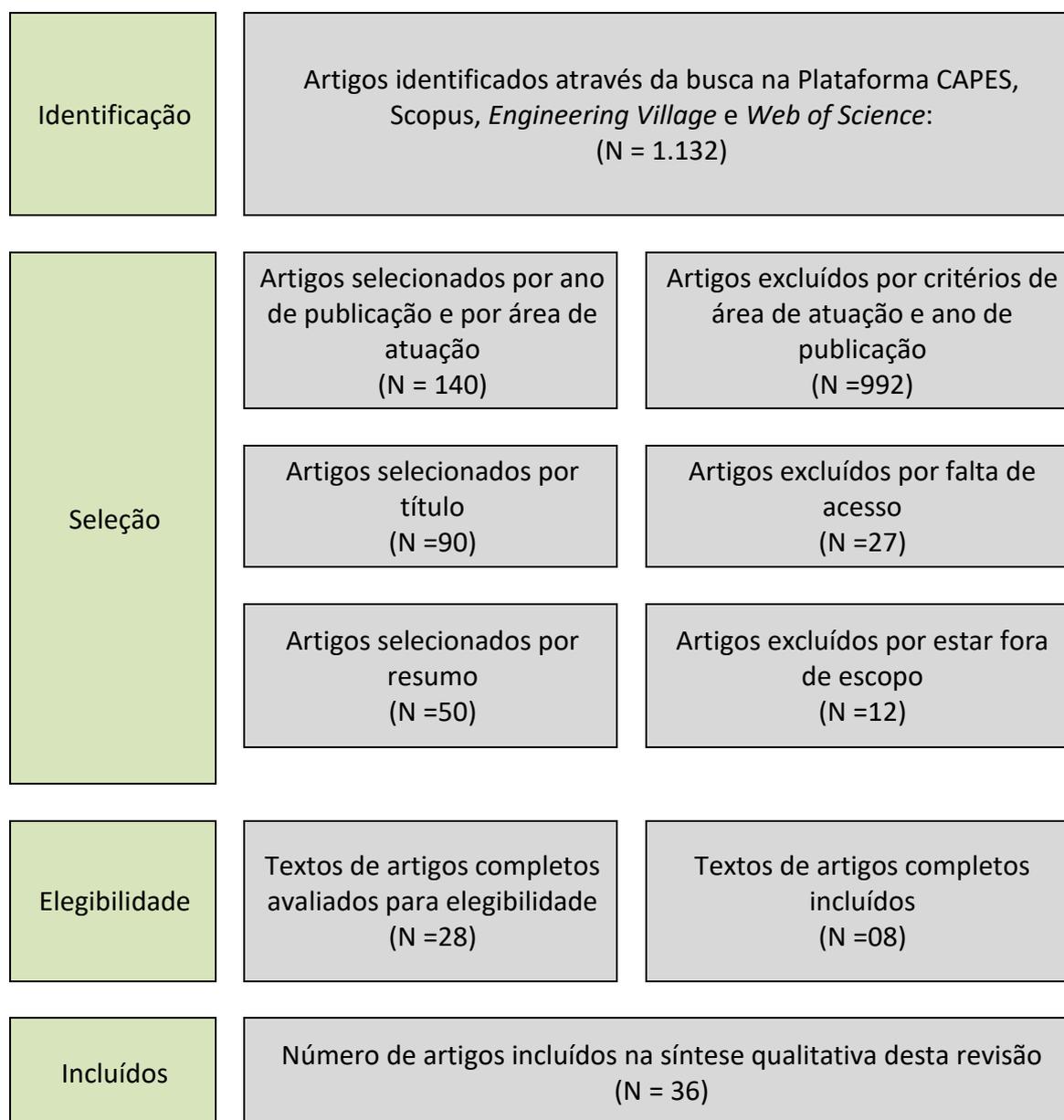
Inicialmente, foram encontrados 1.132 (mil, cento e trinta e dois) artigos. Depois da aplicação dos critérios de exclusão por tema do artigo, data de publicação, leitura de título e resumo e leitura integral, o número de artigos se restringiu a 36 (trinta e seis) artigos, considerados nesta pesquisa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, os artigos foram selecionados por ano de publicação e área de atuação, depois, por título. Ao todo, foram selecionados 140 (cento e quarenta) artigos. Foram excluídos 92 (noventa e dois), restando para leitura 48 (quarenta e oito) artigos. Na fase da avaliação, por elegibilidade, foram excluídos 27 (vinte e sete) artigos, por falta de acesso, e 12 (doze), por não aderência ao tema proposto. Por fim, restaram 28 (vinte e oito) artigos que, somando a artigos que foram coletados durante as pesquisas, totalizaram 36 (trinta e seis) artigos incluídos.

A Figura 1 ilustra como foram obtidos os 36 (trinta e seis) artigos incluídos nesta revisão sistemática através da metodologia PRISMA. Após a obtenção e leitura integral desses artigos, foi feita a seleção de informações presente neles, objetivando uma análise e comparação de informações.

Figura 1: Processo de seleção dos artigos



Fonte: adaptação do método de (Liberati, A. *et al.*, 2009).

A partir do que foi proposto na metodologia do estudo, a leitura dos artigos selecionados objetivou responder às seguintes questões da pesquisa: quais as ferramentas que utilizam a RV, disponíveis para o ensino técnico em construção civil, na atualidade? A tecnologia da Realidade Virtual vem sendo aplicada no ensino da construção civil? Das ferramentas identificadas, há abordagem conceitual em segurança no trabalho em seu enfoque didático?

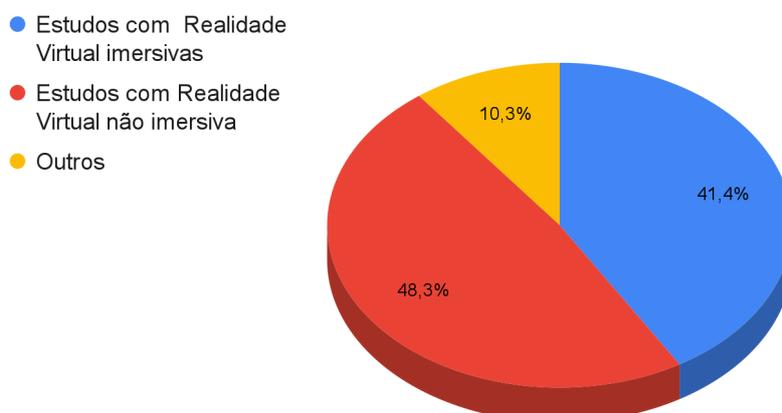
O ambiente construído desempenha um papel crucial na formação do bem-estar físico, fisiológico e psicológico, pois as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes fechados (Zhang *et al*, 2020). De acordo com Jiang (2021), o princípio básico da Realidade Virtual é construir um espaço virtual tridimensional correspondente com a ajuda da tecnologia de renderização de gráficos de computador e outras tecnologias, para dar ao usuário percepções sensoriais, principalmente visuais, auditivas e táteis, fundamentais para se entender os aspectos construtivos do ambiente a ser analisado.

De acordo com Getuli *et al.* (2020), a Realidade Virtual imersiva permite que o usuário entre e avalie, com uma compreensão espacial de primeira pessoa e em escala real, a configuração do espaço de trabalho modelado pela RV, enquanto replica suas tarefas cotidianas neste mundo virtual. Lucas (2020), afirma que a Realidade Virtual imersiva coloca o usuário completamente no ambiente virtual por meio de um visor montado na cabeça (HMD – *head-mounted display*, em inglês) ou do ambiente virtual automático de caverna (CAVE – *cave automatic virtual environment*, em inglês). A Realidade Virtual imersiva fornece uma sensação de presença em um lugar onde eles não estão fisicamente localizados (Lucas, 2020).

O grande propósito da Realidade Virtual é a criação de um espaço virtual tridimensional que permite aos usuários experimentar um ambiente de trabalho real sem a exposição ao risco de acidentes (Sato, 2020). Pesquisas mostram que o uso da RV, além de inúmeros benefícios, como redução de custos e impacto ambiental, também promove a produtividade, pois desperta a curiosidade dos alunos, motivando-os com seus estudos (Reinheimer, 2020). De acordo com Gomes *et al.* (2018), “o computador e a internet fazem parte do cotidiano de muitas pessoas, os avanços tecnológicos dos últimos anos serviram para aprimorar os sistemas computacionais e consolidar o uso dessas ferramentas, destacando áreas como comunicação e produção de material de apoio pedagógico, por exemplo, ambientes virtuais de aprendizagem.”

Segundo Bashabsheh (2019), os sistemas imersivos cercam totalmente os usuários, fazendo isso por meio de *hardware* específico, e precisam do poder de computação de ponta. Os sistemas imersivos de Realidade Virtual são substituídos por uma unidade de exibição tipo HMD ou óculos de Realidade Virtual. Já nos sistemas não imersivos, os visualizadores, supostamente, não estão totalmente imersos em *hardware* mais genérico, sendo como um sistema janela-sobre-um-mundo em que a Realidade Virtual pode ser vista através de uma tela de exibição.

Dessa maneira, na leitura dos artigos selecionados, foi identificado o emprego da RV imersiva e não imersiva. No Gráfico 1, tem-se a porcentagem encontrada para cada modalidade entre imersiva e não imersiva.

**Gráfico 1:** Emprego da RV imersiva e não imersiva.


Fonte: autores.

Como se observa no Gráfico 1, 48,3% dos artigos apresentaram aplicações de RV na modalidade não imersiva, enquanto 41,4% apresentaram aplicações de RV imersiva. Bashabsheh *et al.* (2019) desenvolveram *software* computacional para ser utilizado em uma estação de computador, com a finalidade de lidar com a construção civil utilizando a tecnologia de RV, apresentando o modelo em 4D (modelo 3D e dimensão do tempo). Sato *et al.* (2020), em experimento imersivo, afirmam que, em um espaço de RV, a tecnologia permite aos usuários experimentar o ambiente de trabalho real sem exposição aos perigos de um ambiente potencialmente insalubre.

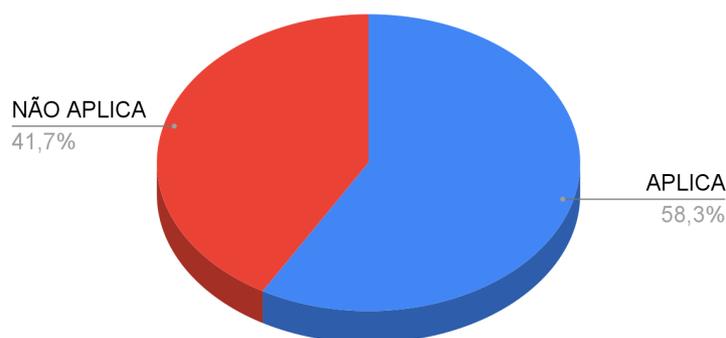
Uma aplicação recorrente nos artigos pesquisados é o emprego da RV como ferramenta para visualização de projetos arquitetônicos desenvolvidos na plataforma *Building Information Modeling* (BIM). Um modelo de construção feito por uma ferramenta BIM pode oferecer múltiplas vistas diferentes dos dados contidos dentro de um conjunto de desenho, sendo eles 2D e 3D (BIGNOTO, 2018). De acordo com Wong *et al.* (2020), a ferramenta BIM ajuda a criar um guia interativo, fornecendo aos alunos uma noção realista da vida real no ambiente simulado, mostrando um edifício em cada etapa de seu desenvolvimento e destacando o *design*, a construção e os materiais em detalhes.

Para Giesta *et al.* (2018), o BIM é uma filosofia de trabalho que, trazendo uma nova perspectiva de desenvolvimento a qual prioriza as ações em equipe, tem por objetivo minimizar as imprecisões, tempo e custo e maximizar a qualidade e ganhos desse setor. Em suas conclusões, Espinoza *et al.* (2021) fazem uma análise que muitas vantagens são oferecidas ao combinar RV com BIM como: a visualização de detalhes construtivos de edificações que passam despercebidos pelo olhar bidimensional dos projetos convencionais; a verificação das etapas construtivas de montagens de estruturas; e a providência aos alunos

de uma nova dimensão visual, ao compreender rapidamente todos os fatores que influenciam a construção de uma edificação.

No Gráfico 2, tem-se o percentual de citações nos artigos, em que tecnologias de Realidade Virtual são aplicadas no ensino da construção civil, com abordagem especificamente na capacitação profissional, que podem ser na área profissionalizante, nível médio técnico e ensino superior. Apesar de os artigos estarem relacionados com a RV e a construção civil, buscou-se neste gráfico identificar os artigos que aplicam na sua linha de pesquisa a capacitação técnica em construção civil, incorporando elementos da RV com os conteúdos programáticos das disciplinas de Arquitetura, Tecnologia das Construções e Planejamento de Obras.

**Gráfico 2:** Artigos que aplicam tecnologias de realidade virtual utilizadas no ensino da construção civil.



Fonte: Autores

Observa-se que 58,3% dos artigos analisados aplicam em seu enfoque o uso de tecnologias de Realidade Virtual aplicadas no ensino da construção civil, abrangendo as áreas profissionalizantes de nível médio técnico e ensino superior, e que 41,7% restantes abordam outras temáticas para o emprego dessa tecnologia em diferentes contextos. Os principais eixos abordados nos artigos em que inserem a Realidade Virtual no contexto da construção civil, basicamente, são: *design* adaptativo centrado no usuário; sistemas de informação de realidade virtual voltados para a atenção; sistemas de treinamento de construção que incorporam fatores humanos; gerenciamento de instalações centrado no ocupante; adoção da indústria na área de construção civil (Zhang *et al*, 2020).

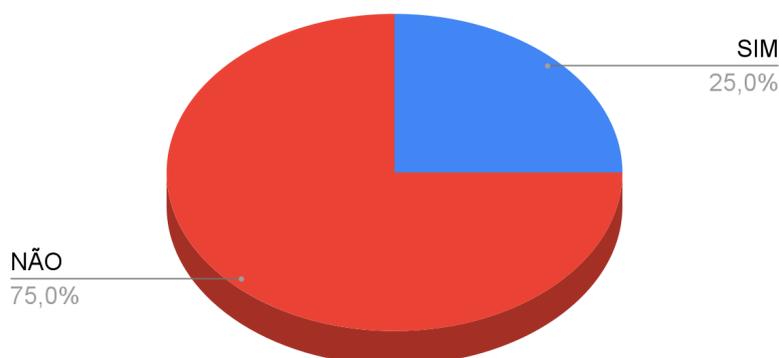
De acordo com Lucas (2020), o principal uso potencial da Realidade Virtual na construção civil, em particular, na sala de aula, foi a melhoria do entendimento para a visualização de montagem e compreensão de sequências de construção, em que o uso de um

ambiente virtual navegável proporciona uma melhor compreensão do espaço, detalhes das montagens e uso do material, em contraste com o método tradicional de ensino, onde são apresentados fotos e vídeos nas unidades curriculares de gerenciamento de obras. Rauf *et al.* (2019) compreendem que os laboratórios de RV têm um papel crucial na melhoria da aprendizagem e que oferecem aos alunos a chance de perceber sistemas estruturais, detalhes de construção, materiais de experimentação, realidades virtuais, hologramas, além de outros produtos da nova tecnologia, que abrem possibilidades no âmbito do ensino de arquitetura e, especialmente, nas disciplinas de construção. Silva (2021) destaca que as metodologias ativas se apresentam como uma potencialização do processo de ensino, uma vez que o aluno, ao ser o centro do processo, passa a assumir uma maior autonomia para construir o seu próprio conhecimento. Dinis *et al.* (2018) concluem que a *interface* imersiva proporcionada pela RV fornece acesso virtual aos sistemas de construção que, de outra forma, exigiria uma visita ao local dos trabalhos, para ser observada dentro do contexto. Os alunos pré-universitários e os primeiros anos são os alvos principais da *interface*, uma vez que os seus conhecimentos e experiência sobre temas de engenharia civil ainda são bastante limitados.

Para Alfaro *et al.* (2019), aproveitar o enorme potencial da tecnologia RV emergente parte para a adoção de novas abordagens, metodologias e técnicas para a inovação das práticas de educação e formação de talentos humanos, uma vez que as experiências em primeira pessoa estão muito próximas das experiências do mundo real, podendo ser uma boa alternativa a considerar para o projeto e desenvolvimento de modelos de sistemas de ensino de aprendizagem.

O Gráfico 3 apresenta a quantidade de artigos que relacionam tecnologias de RV com aspectos da segurança do trabalho:

Gráfico 3: Relação da tecnologia de realidade virtual com a segurança do trabalho.



Fonte: autores.

Constatou-se que 75% dos artigos selecionados sobre o tema da Realidade Virtual relacionados com a aprendizagem profissionalizante em construção civil não trazem uma abordagem orientada para a segurança do trabalho. Os 25% restantes incorporam os conceitos da segurança do trabalho, conforme observa Lucena (2019): “A tecnologia de Realidade Virtual permite também que informações pouco visíveis no mundo real sejam facilmente identificadas por operários e gestores antes da realização de uma atividade, de modo que, uma vez cientes dos riscos existentes, seja possível adotar medidas preventivas adequadas e comportamentos mais seguros.”

No desenvolvimento de sua pesquisa, Terentyeva *et al.* (2020) constataram que o uso de um canteiro de obras virtual, em uma sala de aula de curso profissionalizante, desempenha funções de personalização da formação e desenvolvimento dos critérios de segurança do aluno, inclusive com o aumento da motivação educacional, a melhoria do entendimento dos conceitos e competências profissionais, juntamente com o desenvolvimento pessoal e profissional. Em seguida, concluíram que o potencial pedagógico de um canteiro de obras virtual permite: garantir a segurança do processo educativo, desenvolvendo vínculos interdisciplinares; simular processos de produção em cada etapa de um projeto de construção; e desenvolver a alfabetização digital e as competências profissionais do século XXI (Terentyeva *et al.*, 2020). Portela *et al.* (2013) consideram que: “As ferramentas de segurança geram procedimentos de segurança no trabalho capazes de disciplinar os atores escolares, entre os quais os professores, os alunos e também os técnicos administrativos em educação, no interior de ambientes escolares da Educação Profissional Tecnológica.”

Bosch-Sijtsema *et al.* (2021) consideram que a forma de trabalho atual da indústria da construção civil é vista como um grande entrave à utilização e implementação de novas tecnologias digitais, complementando que a fragmentação da indústria, residente no fato de o trabalho muitas vezes ser realizado em diferentes canteiros, comum nos atuais modelos de negócios na indústria da construção civil, foi identificada como uma dificuldade para a utilização das novas tecnologias digitais como a Realidade Virtual. Delgado *et al.* (2020) concluem que RV pode ser usada de várias maneiras ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo construído como: engajamento das partes interessadas; suporte ao projeto; revisão do projeto; suporte à construção; suporte às operações; e manutenção e treinamento. Entretanto, a Realidade Virtual não está pronta para ser totalmente adotada na indústria da construção, haja vista que ainda existem lacunas em pesquisa e desenvolvimento a serem implementadas na tecnologia.

De acordo com Fazinga *et al.* (2019), foram criadas propostas de simulações com Realidade Virtual que permitiram apontar quais conceitos de gestão de segurança foram

assimilados por usuários dessa tecnologia e onde aspectos relacionados à avaliação da atividade de produção, mapeamento da área de trabalho, visualização de perspectivas específicas ou ainda simulação de um ambiente de trabalho contribuem para melhorar a experiência sensorial do usuário e estimular suas ações em um mundo real. Segundo Zhang *et al.* (2020), a tecnologia de RV é aproveitada em um cenário baseado em visualização e experiência, onde o usuário pode ensaiar, examinar e validar com eficiência as atividades e operações de construção, sem estar exposto a qualquer risco. A tecnologia de Realidade Virtual pode ajudar na identificação de riscos relacionados à segurança por meio de pré-planejamento e treinamento, e através da experimentação de possíveis soluções para aumentar a segurança da construção. Getuli *et al.* (2020) citam que as tecnologias imersivas de RV podem permitir que o usuário entre em um canteiro de obras, simulando as atividades pertinentes com as relacionadas ao trabalho. Ao fornecer uma percepção espacial em escala real aprimorada, os trabalhadores podem apoiar uma avaliação mais eficaz do plano de ação e do cronograma de construção, juntamente com a identificação e avaliação dos riscos relacionados à tarefa a ser desenvolvida.

Outro aspecto abordado nas pesquisas que trazem os conceitos da segurança do trabalho em seus estudos com a RV vem quando os artigos citam o emprego da plataforma BIM. Segundo Wong *et al.* (2020), com a Realidade Virtual associada à plataforma BIM, o ensino de engenharia tem um grande avanço, enfatizando que “interações imersivas, de 3ª dimensão estereoscópica, simulações multissensoriais em tempo real, explorações virtuais, comunicações síncronas, análise de dados e análise visual - tudo isso dificilmente é possível sem realidade virtual.” Para Espinoza *et al.* (2021), ensinar a metodologia BIM usando a RV pode desenvolver as habilidades de projeto de estudantes de arquitetura na solução de problemas de sistemas de engenharia, a fim de visualizar elementos de projetos complementares, como uma tubulação hidráulica, e reconhecer um *design* satisfatório de uma maneira criativa e inovadora.

## 4 CONCLUSÃO

Mediante leitura, análise e síntese dos artigos incluídos na pesquisa, verificou-se que diversos autores comprovam que a Realidade Virtual pode ser empregada de maneira positiva no segmento de ensino da construção civil, haja vista que a criação de um ambiente virtual, em terceira dimensão, permite imergir o treinando dentro de um cenário controlado e repleto de situações que simulam o local de trabalho, isso livre dos riscos de acidentes, inerentes a esses ambientes. Entretanto, devido a fatores tecnológicos, alto custo de equipamentos e da organização tradicional do trabalho da construção civil, a implementação da RV ainda se

encontra nas etapas iniciais, embora diversas pesquisas na área estejam em desenvolvimento.

Foi verificada a existência de diversas plataformas que objetivam simular o ambiente real da construção civil, que estão sendo empregadas nas atividades de ensino, alcançando, com isso, uma maior abrangência dos conteúdos, apresentados de forma tradicional, em sala de aula e tornando a experiência imersiva em Realidade Virtual abrangente, em que os aspectos construtivos das etapas de uma obra ou serviço, que seriam despercebidos através de uma aula expositiva, passam a ter uma maior relevância durante as imersões realizadas pelas plataformas de aprendizagem. Um destaque importante para essa abordagem é a metodologia BIM, que é a ferramenta para modelagem, desenvolvimento e organização de projetos, ferramenta essa que permite criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Espinoza *et al.* (2021) citaram: “Os métodos BIM com recursos de Realidade Virtual, podem melhorar as capacidades de visualização 3D dos alunos e podem reduzir a lacuna entre os planos de papel 2D e a implementação final em um processo de construção real, contribuindo assim para a formação de futuros engenheiros e arquitetos altamente eruditos.”

Com relação à abordagem da Realidade Virtual com a segurança do trabalho, foi constatado que uma parte significativa dos artigos pesquisados (75%) não aborda essa temática em suas concepções. Fazinga *et al.* (2019) propõem que a RV seja aplicada atendendo aos seguintes requisitos: avaliação da atividade de produção no canteiro de obras, segundo o trajeto percorrido pelo funcionário; mapeamento da área de trabalho; e inclusão dos equipamentos de segurança em uso. O treinamento da atividade laboral onde a repetência da execução do trabalho contribui para melhorar a experiência sensorial do trabalhador e estimular seus reflexos. Essa alta não abordagem da segurança do trabalho nas plataformas emuladores de RV apresenta uma necessidade urgente de se modificar este cenário, haja vista que o emprego da RV no aprendizado de profissões técnicas na área da construção civil poderá trazer um impacto positivo na redução dos acidentes do trabalho e na melhoria da produtividade em um canteiro de obras, estabelecendo um vínculo entre a segurança do trabalho e as novas tecnologias imersivas.

Dessa forma, como destaque e importância da pesquisa desenvolvida, tem-se a possibilidade de se utilizar a Realidade Virtual para o ensino profissionalizante e para o desenvolvimento de treinamentos de segurança do trabalho, como a criação de simuladores de atividades em ambientes de alta periculosidade. Através da RV, será possível controlar os riscos envolvidos, trazendo a segurança para os treinandos. Uma outra opção seria a elaboração de treinamentos virtuais de saúde e segurança no trabalho, visando, com isso,

alinhar todas as vantagens da Realidade Virtual, apresentadas neste artigo, com os requisitos necessários de segurança do trabalho aplicados à aprendizagem e capacitação profissional na área da construção civil.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B., MARTINS, C. C., KATERBERG, L. P., BECKER, T. M., SANTOS, V. C. D., AFONSO, Y. B. Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação. **Revista Intersaberes**. Paraná. v. 15, n.34, 2020.

ALFARO, L., RIVERA, C., LUNA-URQUIZO, J., ALFARO, S., FIALHO, F. Knowledge construction by immersion in virtual reality environments. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**. Lampung, Indonésia. v.10, n. 12, 2019.

ALFARO, L., RIVERA, C., LUNA-URQUIZO, J., ALFARO, S., FIALHO, F., ALFARO, S. FIALHO, F., Virtual reality full immersion techniques for enhancing workers performance, 20 years later: a review and a reformulation. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**. Lampung, Indonésia, v. 10, n. 12, 2019.

BARBOSA, F. M. D., FROTA, V. B., FERNANDES, P. S., XAVIER, N. B. Realidade virtual e educação: um estudo sobre o impacto de inserir o dispositivo Cardboard em sala de aula. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. Educitec, Manaus, v. 4, n. 9, p. 193-206, dez. 2018.

BARRETO JR., C. L., SILVA, P. C., SILVA, A. C., LAMOUNIER JR., E. A., CARDOSO, A. Uma estratégia de integração entre plantas baixas CAD e Realidade Virtual: estudo de caso aplicado a subestações de energia elétrica. **Revista Research, Society and Development**. v. 10, n. 14, e221101421765, ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21765>. Brasil, 2021.

BASHABSHEH, A. K., ALZOUBI, H. H., ALI, M. Z. The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions. **Alexandria Engineering Journal**. Jordânia, Alexandria, 2019.

BIGNOTO, C. C. **A realidade virtual no plano de implementação BIM**. TCC Curso de Especialização: sustentabilidade e gestão do ambiente construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

BOSCH-SIJTSEMA, P., CLAESON-JONSSON, C., JOHANSSON, M., ROUPE, M. The hype factor of digital technologies in AEC. **Emerald Publishing Limited**. Suécia. 2021.

CONTI, L. M., FREIRE, P. S. F. Evolução das variáveis teórico-empíricas interdisciplinares associadas ao design no contexto do desenvolvimento de interfaces para ambientes virtuais de aprendizagem. **Revista Brasileira de Design da Informação**. São Paulo, v. 13, n. 2, 2016, p. 180-196. ISSN 1808-5377. 2016.

DELGADO, J. M. D., DEMIAN, L. O. P., BEACH, T. A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. **Advanced Engineering Informatics**. Reino Unido, 2020.

DINIS, F. M., MARTINS, J. P., CARVALHO, B. R., GUIMARÃES, A. S. Disseminating civil engineering through virtual reality: an immersive interface. **International Journal of Online Biomedical Engineering**. Portugal, v.14, n.5, 2018.

ESPINOZA, V. P. R., CÁRDENAS-SALAS, D., CABRERA, A., CORONEL, I. Understanding the relationship between construction courses and design in architectural education. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**. Lima: Peru: Universidade de Lima, 2021.

FAZINGA, Wanessa R.; LUCENA, Arthur F. E.; SAFFARO, Fernanda A. Uso de realidade virtual e aumentada no ensino de segurança do trabalho na graduação. XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2010. **Anais do...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

FERREIRA, F. C., LOURENÇO, A. B., CRUZ, A. J. A., PAZA, A. H., BOTERO, ROCHA, E. M. Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de física. RIED. **Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v.24, n.1, p. 179-195. 2021.

GETULI, V., CAPONE, P., BRUTTINI, A., ISAAC, S. BIM-based immersive virtual reality for construction workspace planning: a safety-oriented approach. **Automation in Construction**. Italy and Israel. 2020.

GIESTA, J. P. LIRA, E. C. F. da S; COSTA, T. G. SILVA, J. A. A. da COSTA NETO, **A evolução da tecnologia de realidade virtual: estudo de caso no ensino de edificações no IFRN CNAT**. IV SEMANA DE TECNOLOGIA DO IFRN, 4., 2018 - IV SECITEX/XIV CONGIC. 2018.

GIESTA, J. P.; COSTA, T. G.; SILVA, J. A. A.; LIRA, E. C. F. S. Implementação da realidade virtual no mercado de trabalho da área aec – estudo de caso. CONGRESSO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., 2020. **Anais do...**

GOMES, F. H. F., ALVES, F. R. V. O uso do ambiente de aprendizagem Sócrates como ferramenta de interação no ensino de física. **Revista Debates em Educação Científica e Tecnológica**. Vitória (ES), v. 8, n. 2, p. 66-83, ago. 2018.

JIANG, L Virtual reality action interactive teaching artificial intelligence education system. **Hidawi Limited**. Reino Unido. Article ID 5553211, 11 pages. 2021.

LUCAS, J. Rapid development of virtual reality based construction sequence simulations: a case study. **Journal of Information Technology in Construction**. v.25, p. 72-86, DOI: 10.36680/j.itcon.2020.004. 2020.

LIBERATI, A.; ALTMAN D.G.; TETZLAFF J.; MULROW C.; GOT ZSCHE P.C.; IOANNIDIS J.P.A.; CLARKE M.; DEVEREAUX P.J.; KLEIJNEN J.; MOHER D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Annals Of Internal Medicine**, v.151, n.4, p.w-65-w-94, 2009.

LUCAS, J. Rapid development of virtual reality based construction sequence simulations: a case study. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v.25, p. 72-86, 2020.

LUCENA, A. F. E. **Desenvolvimento de recursos baseados em jogos e realidade virtual para capacitação em segurança do trabalho de gestores da construção civil**. Dissertação (mestrado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, 2019.

PORTELA, H. R. D., FRANÇA, S. L. B. Segurança no trabalho em ambientes escolares da educação profissional: um caso do Instituto Federal. **Revista Debates em Educação Científica e Tecnológica**. v.3, n.2, p. 53 - 67, dez., 2013.

QUADROS, D. C., BEBBER, E. M. C., KANEOYA, F. M. M. O uso da gamificação no ensino técnico em Xanxerê, SC. CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA. **Anais...** Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

RAUF, H. L., SHAREEF, S. S., UKABI, E. Understanding the relationship between construction courses and design in architectural education. **International Journal of Recent Technology and Engineering**. India. .v.8 Issue-3, Sep., 2019.

REINHEIMER, W. S., CARVALHO, A., NUNES, F. B., MEDINA, R. D., LOPES, V. Uma proposta de diretrizes para fomentar o engajamento dos alunos em ambientes de realidade virtual. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 27, p. 46-55, 2020. DOI: 10.24215/18509959.27.e5. 2020.

FERNANDES, R. B. **Realidade virtual em arquitetura** – alternativa de baixo custo. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Brasília. Brasília, DF: UnB, jun. 2018.

SATO, Y., KOJIRO MINEMOTO, MAKOTO NEMOTO, TATSUO TORII. Construction of virtual reality system for radiation working environment reproduced by gamma-ray imagers combined with SLAM technologies. **Nuclear Inst. and Methods in Physics Research**. Japão, 2020.

SILVA, J. F., JUCÁ, S.C.S., LIMA, J. Q., SILVA, S. A. Metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem de projeto arquitetônico. **Revista Research, Society and Development**. v. 10, n. 6, e19910615670, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15670>. Brasil, 2021.

SOTO, M. N. C., NAVAS-PAREJO, M. R., GUERRERO, A. J. M. Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. **Alteridad Revista de Educación**. Espanha, enero - junio 2020, v.15, n.1, p.47-60. 2020.

TERENTYEVA, I., LUNEV, A., KASHINA, S., SADRIEVA, L., KOROLYUK, I., PUGACHEVA, N. The virtual construction site: knowledge management in virtual environments. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, Russia, v.15, n.13, 2020.

WENDEL SOUTO REINHEIMER, ADERSON DE CARVALHO, FELIPE BECKER, NUNES, ROSECLEA DUARTE MEDINA, VINÍCIUS LOPES. Uma proposta de diretrizes para fomentar o engajamento dos alunos em ambientes de realidade virtual. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**. Tecnologia, n. 27, p. 46-55, 2020. DOI: 10.24215/18509959.27.e5. 2020.

WOLFARTSBERGER, J. Analyzing the potential of virtual reality for engineering design review. **Automation in Construction**. Canada and USA, n.104, p. 27-37, 2019.

WONG, J. Y., YPI, C. C., YONG, S. T. BIM-VR Framework for building information modelling in engineering education. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**. Malásia, v. 14, n.6, 2020.

YUXUAN ZHANG, HEXU LIU, SHIH-CHUNG KANG, MOHAMED AL-HUSSEIN. Virtual reality applications for the built environment: research trends and opportunities. **Automation in Construction**. Canada and USA, 2020.

YANG WANG. Application of virtual reality technique in the construction of modular teaching resources. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**. China, 2020.

**Revisão gramatical realizada por:** Letícia Silva Belasco

**E-mail:** [leebelasco@hotmail.com](mailto:leebelasco@hotmail.com)