

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Matheus Gonçalves Marinho

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE UM NOVO MÉTODO DE  
TREINAMENTO RELACIONADO ÀS PRÁTICAS DA ENGENHARIA  
DE SEGURANÇA POR MEIO DA REALIDADE VIRTUAL**

Santa Maria, RS  
2023

Matheus Gonçalves Marinho

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE UM NOVO MÉTODO DE TREINAMENTO  
RELACIONADO ÀS PRÁTICAS DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA POR MEIO  
DA REALIDADE VIRTUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro de Produção**.

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Brum Rosa

Santa Maria, RS  
2023

**Matheus Gonçalves Marinho**

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE UM NOVO MÉTODO DE TREINAMENTO  
RELACIONADO ÀS PRÁTICAS DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA POR MEIO  
DA REALIDADE VIRTUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro de Produção**.

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

---

**Carmen Brum Rosa, Dra. (UFSM)**  
**(Presidente/Orientador)**

---

**Mário Fernando de Mello, Dr. (UFSM)**

---

**Angela Weber Righi, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2023

## RESUMO

### **ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE UM NOVO MÉTODO DE TREINAMENTO RELACIONADO ÀS PRÁTICAS DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA POR MEIO DA REALIDADE VIRTUAL**

AUTOR: Matheus Gonçalves Marinho

ORIENTADORA: Carmen Brum Rosa

O setor da construção civil enfrenta atualmente grandes obstáculos na capacitação de profissionais devido à falta de investimento em formação, resistência à adoção de novas práticas e tecnologias, e a falta de padronização e regulamentação efetivas. Simultaneamente, o mercado de tecnologia para realidade virtual cresceu expressivamente na última década, impulsionado por fatores econômicos, sociais e ambientais. Esta pesquisa investiga a viabilidade da integração do Metaverso em programas de treinamento de segurança na construção civil. Uma revisão bibliográfica inicial fundamentou teoricamente a relação entre realidade virtual e segurança no trabalho. Na fase subsequente, identificaram-se acidentes comuns na construção civil, culminando na elaboração de um Game Design Document (GDD) para orientar a criação do ambiente virtual no software Blender. Na terceira fase, elaborou-se um formulário para que operários avaliassem a viabilidade da simulação nos treinamentos. Os resultados indicam que 100% reconhecem os benefícios das tecnologias de realidade virtual, embora existam divergências sobre preocupações relacionadas à segurança. Um segundo formulário foi aplicado, revelando recepção positiva à ferramenta desenvolvida no Metaverso. Os desfechos apontam a transformação perceptível na mentalidade dos trabalhadores, destacando o potencial da realidade virtual para a conscientização sobre segurança. Conclui-se que o Metaverso está mais integrado, introduzindo inovações nos treinamentos de segurança, com ênfase na percepção de riscos e sensibilização sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

**Palavras-chave:** Treinamento. Metaverso. Realidade virtual.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE PERCEPTION OF A NEW TRAINING METHOD RELATED TO SAFETY ENGINEERING PRACTICES THROUGH VIRTUAL REALITY**

**AUTHOR:** Matheus Gonçalves Marinho

**ADVISOR:** Carmen Brum Rosa

The construction sector currently faces major obstacles in training professionals due to a lack of investment in training, resistance to the adoption of new practices and technologies, and a lack of effective standardization and regulation. At the same time, the virtual reality technology market has grown significantly in the last decade, driven by economic, social and environmental factors. This research investigates the feasibility of integrating the Metaverse into construction safety training programs. An initial literature review theoretically substantiated the relationship between virtual reality and safety at work. In the subsequent phase, common accidents in civil construction were identified, culminating in the elaboration of a Game Design Document (GDD) to guide the creation of the virtual environment in the Blender software. In the third phase, a form was prepared for workers to evaluate the feasibility of simulation in training. The results indicate that 100% recognize the benefits of virtual reality technologies, although there are disagreements about safety-related concerns. A second form was applied, revealing positive reception to the tool developed in the Metaverse. The outcomes point to the noticeable transformation in the mindset of workers, highlighting the potential of virtual reality for safety awareness. It is concluded that the Metaverse is more integrated, introducing innovations in safety training, with an emphasis on risk perception and awareness about the use of Personal Protective Equipment (PPE).

**Keywords:** Training. Metaverse. Virtual reality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de ambiente virtual (Realidade Virtual)	14
Figura 2 - Etapas da pesquisa	18
Figura 3 - Visão externa da simulação da construção civil	20
Figura 4 - Acidente relacionado a falta do uso de EPI (luva)	21
Figura 5 - Aplicação do formulário no primeiro grupo	22
Figura 6 - Apresentação do esboço da ferramenta desenvolvida ao segundo grupo	22

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Normas regulamentadoras

12

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ENIT	Escola Nacional da Inspeção do Trabalho
GDD	<i>Game Design Document</i>
LER	Lesões por Esforços Repetitivos
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
SintraconSP	Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil de São Paulo
SRV	<i>Virtual Reality System</i>
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
VR	Realidade Virtual

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	11
2.1	SEGURANÇA NO TRABALHO NA ÓTICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	11
2.2	NORMAS REGULAMENTADORAS	12
2.3	A REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA DE TRABALHO	13
2.4	REALIDADE VIRTUAL APLICADA À ENGENHARIA	14
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	17
3.1	CENÁRIO	17
3.2	MÉTODO DE PESQUISA	17
3.3	ETAPAS DA PESQUISA	17
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	20
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	24
	<b>REFERÊNCIAS</b>	26
	<b>APÊNDICE A - IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO</b>	29
	<b>APÊNDICE B - IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO</b>	30

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com os dados da Organização Internacional do Trabalho, acidentes de trabalho e mortes acidentárias voltaram a crescer em 2021, nos últimos 10 anos foram registradas 22.954 mortes no mercado de trabalho. Apenas em 2021, foram comunicados 571,8 mil acidentes e 2.487 óbitos associados ao trabalho, sendo que 297 ocorreram dentro de construções civis, um aumento de 20% em relação a 2020 (MARINHO, 2022).

Conforme Bozza (2010), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) elaborou e analisou dados de 13.000 profissões registradas em vários países, e constatou que na construção civil os trabalhadores estão entre os doze grupos mais propensos à ocorrência de acidentes de trabalho. O Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil de São Paulo (SintraconSP) realizou uma pesquisa com 659 trabalhadores da construção civil no estado e concluiu que as principais causas de acidentes são: falta de atenção, o não uso de equipamento de proteção individual (EPI), falta de fiscalização no ambiente de trabalho e equipamentos obsoletos. E os principais tipos de acidentes são: quedas em altura, cortes e lacerações, lesões por esforços repetitivos (LER), exposição constante a sons altos e picadas de insetos e animais venenosos (CARVALHO, 2017).

Segundo Moraes (2010), as práticas de prevenção da saúde e segurança do trabalho são conhecidas em grande parte dos ambientes de trabalhos, pois são regulamentadas pela legislação brasileira, através da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho – NRs, Leis Federais e Municipais.

Atualmente, no Brasil, existem 36 Normas Regulamentadoras sobre a Segurança do Trabalho, assunto esse que gera grande preocupação há muito tempo. Em 1970 as más condições de trabalho e a ausência de uma política preventiva de acidentes transformou o país no recordista mundial em número de acidentes. Diante disso, funcionários, empresários e governantes perceberam a importância da mudança para reverter esse quadro. Em 1978, a portaria do Ministério do Trabalho e Emprego criou as primeiras NRs. Inicialmente foram criadas 28 NRs, mas com as mudanças que ocorrem ao longo do tempo, algumas foram modificadas e outras foram criadas (GANDINI, 2015).

Visto a grande importância das NRs, faz-se necessário a realização do treinamento admissional, chamado de treinamento de integração, cujo treinamento ainda é relacionado como um problema em muitas empresas, com ênfase para as terceirizadas fornecedoras de mão de obra. A ênfase desta questão é incorporada na NR 18 do Ministério do Trabalho

(BRASIL, 2020b). Com isso, evidencia-se a importância de implementar algo novo no ramo de treinamentos, sabe-se que as novas tecnologias facilitam e alteram o modo como certas atividades são feitas, porém, na maioria das vezes não são de fácil acesso para microempresas, isto é, tecnologias quando lançadas representam um alto investimento somados a incapacidade e não adaptação da grande parte dos funcionários.

De acordo com Alcalay (2019), existe uma relação entre a experimentação de novas maneiras de educar com as tecnologias digitais em ambiente educacional ou de trabalho, atribuindo maior conhecimento. Com isso, pode-se avaliar a utilização de uma nova maneira de “educar” profissionais na área da construção civil. Para tanto, propõe-se, neste estudo, a modelagem de um treinamento de Engenharia de Segurança, aplicado ao contexto da construção civil, contendo variáveis da realidade virtual para facilitar a absorção de conhecimento.

Nesta ótica, Nunes (2020) afirma que a utilização de realidade aumentada em treinamentos permite uma maior imersão, aprendizado mais prático e intuitivo, redução de riscos de acidentes e, dada escalabilidade, pode reduzir custos de aplicação. O ambiente virtual permite que atividades difíceis e complexas sejam praticadas pelo trabalhador em ambiente sem risco. Ademais, é possível que o colaborador busque por soluções mais criativas ou complexas que dificilmente tentaria no cotidiano sem causar nenhum prejuízo.

Diante disso, a motivação deste estudo é analisar a possibilidade da implementação de um novo método de treinamento de Engenharia de Segurança na construção civil, propondo a sua união com a realidade virtual. A realidade virtual tem sido cada vez mais explorada para benefícios nesta área. Dessa forma, o problema da pesquisa considerado neste estudo é: como desenvolver um treinamento a partir da realidade virtual aplicado às práticas da Engenharia de Segurança a fim de proporcionar experiências que sensibilizem o colaborador na busca pela maior segurança em ambientes de trabalho?

Para responder ao problema da pesquisa, o estudo tem como objetivo geral analisar a viabilidade do desenvolvimento de um novo método de treinamento a partir da realidade virtual aplicado às práticas da Engenharia de Segurança na ótica da construção civil. O objetivo geral desdobra-se em objetivos específicos: (1) contextualizar a aplicação da realidade virtual na área da Segurança do Trabalho e caracterizar as possíveis aplicações da tecnologia, apontando as vantagens e desvantagens; (2) mapear os recursos necessários para criação de treinamento de realidade virtual aplicado às práticas da Engenharia de Segurança e direcionado a um público-alvo; (3) criação do Game Design Document (GDD), documento detalhado que descreve todos os aspectos de um jogo, desde sua concepção até sua

implementação; (4) analisar a viabilidade da ideia do serviço no mercado identificado como público-alvo. O presente estudo é relevante para o meio acadêmico-científico dado o potencial inovador do uso da realidade virtual aplicada ao contexto de treinamentos de Engenharia de Segurança na construção civil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO NA ÓTICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil está entre os segmentos que mais registram acidentes de trabalho no Brasil, ocasionando mortes, incapacidade permanente e afastamentos (ANAMT, 2019). Ao se analisar a atividade empresarial do setor da construção civil, pode-se encontrar um padrão de desatenção com a segurança do trabalho, em alguns casos, claramente uma negligência com as normas. A indústria da construção passa por um momento pleno de desenvolvimento tecnológico, incluindo tecnologias altamente benéficas para a segurança dos trabalhadores, em parte, isto é resultado da evolução legislativa combinada com ações de responsabilização trabalhista, penal, previdenciária, civil, administrativa e tributária dos responsáveis pelos danos causados aos trabalhadores (BRASIL, 2010).

Além disso, em 2019, as Normas Regulamentadoras começaram a ser atualizadas, assim, apresentaram uma possibilidade de melhoria no segmento da construção civil. Em fevereiro de 2020, foi publicado o novo texto da Norma Regulamentadora nº18 – Segurança e Saúde no Trabalho da Indústria da Construção.

Segundo o Ministério da Economia, as regras de proteção receberam reforço e os empregadores ganharam mais autonomia para definir as medidas de prevenção a acidentes, adoecimentos e para uso de novas tecnologias construtivas (BRASIL, 2022). Ocorreu, também, a aprovação da redação por unanimidade entre trabalhadores, empregadores e o governo. Pelo menos 2 milhões de trabalhadores formais e 400,5 mil empreendimentos do setor devem ser diretamente beneficiados pelas mudanças. Para Bridi (2012), as empresas do ramo da construção civil utilizam mais de 27 práticas para garantir maior Segurança e Saúde no Trabalho (SST), as quais foram divididas em cinco categorias: (1) Planejamento da SST; (2) Controle da SST; (3) Participação dos trabalhadores; (4) Realização de treinamentos; (5) Contratação de funcionários especializados em SST.

### 2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

A Segurança do trabalho é definida por normas e leis previstas na CLT e regulamentadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através de NRs. Essas normas são disponibilizadas no site da Escola Nacional da Inspeção do Trabalho (ENIT) (BRASIL, 2020a), sendo composto por 37 documentos, estas são descritas no Quadro 1.

## Quadro 1 - Normas regulamentadoras

(continua)

<b>Normas regulamentadoras</b>
NR 1 – Disposições Gerais (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 2 - Inspeção Prévia (REVOGADA pela PORTARIA SEPRT n. ° 915, de 30 de julho de 2019, publicada no DOU de 31/07/2019);
NR - 3 - Embargo ou Interdição (Última modificação: Portaria SEPRT 1069, de 23/09/2019);
NR - 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (Última modificação: Portaria MTPS 510, de 29/04/2016);
NR - 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (Última modificação: Portaria MTb 877, de 24/10/2018);
NR - 7 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) (Última modificação: Portaria MTb 1031, de 06/12/2018);
NR - 8 - Edificações;
NR - 9 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (Última modificação: Portarias SEPRT n. ° 1.358 e 1.359, de 09 de dezembro de 2019);
NR - 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
NR - 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (Última modificação: Portaria SEPRT 916, de 30/07/2019);
NR - 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 14 – Fornos;
NR - 15 - Atividades e Operações Insalubres (Última modificação: Portaria SEPRT n. ° 1.359, de 09 de dezembro de 2019);

(conclusão)

<b>Normas regulamentadoras</b>
NR - 16 - Atividades e Operações Perigosas (Última modificação: Portaria SEPRT n. ° 1.357, de 09 de dezembro de 2019);
NR - 17 - Ergonomia (Última modificação: Portaria 876, de 24/10/2018);
NR - 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (Última modificação: Portaria SEPRT n° 3.733, 10/02/2020);
Nr - 19 - Explosivos;
NR - 20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis (Última modificação: Portaria SEPRT n. ° 1.360, de 09 de dezembro de 2019);
NR - 21 - Trabalho a Céu Aberto;
NR - 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
NR - 23 - Proteção Contra Incêndios;
NR - 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho (Última modificação: Portaria 1.066, de 23/09/2019 do Ministério da Economia/Secretaria Especial de Previdência e Trabalho);
NR - 25 - Resíduos Industriais;
NR - 26 - Sinalização de Segurança;
NR - 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho (revogada);
NR - 28 - Fiscalização e Penalidades (Última modificação: Portarias SEPRT n°s 1.358, 1.359 e 1.360, de 09 de dezembro de 2019);
NR - 29 - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário;
NR - 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário (Última modificação: Portaria MTE 1186, de 20/12/2018);
NR - 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura (Última modificação: Portaria MTE 1086, de 18/12/2018);
NR - 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);

NR - 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 35 - Trabalho em Altura (Última modificação: Portaria SEPRT 915, de 30/07/2019);
NR - 36 - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados (Última modificação: Portaria MTb 1087, de 18/12/2018);
NR - 37 - segurança e saúde em plataformas de petróleo (Última modificação: Portaria SEPRT n.º 1.412, de 17 de dezembro de 2019)

Fonte: Autor (2023).

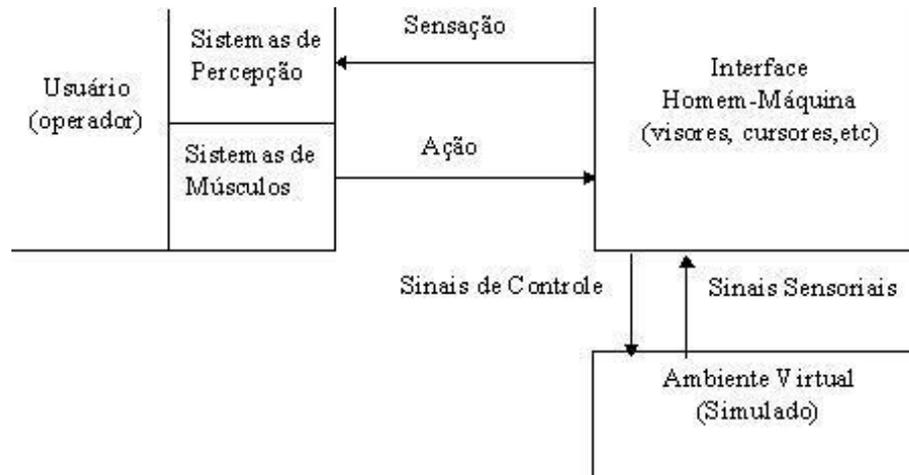
Dentre as NRs, aquela que se destina exclusivamente à indústria da construção civil é a NR 18, a qual possui o objetivo de estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção (BRASIL, 2020b). Portanto, faz-se necessário que sejam conhecidas todas as particularidades trazidas nesta norma. Há outras também não menos importantes, que são imprescindíveis na área da construção, dentre elas, a NR 4, 5, 6, 7 e 9.

### 2.3 A REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA DE TRABALHO

Assim como ocorrido com o surgimento dos computadores pessoais, internet e celulares, tem-se grandes expectativas quanto ao impacto que será causado pela popularização das tecnologias da realidade virtual e aumentada nos próximos anos (MEALY, 2018). Simplificadamente, a realidade virtual é entendida como uma forma avançada de comunicação entre o computador e usuário, na qual as percepções do usuário sobre o mundo ao seu redor são substituídas totalmente ou parcialmente por um ambiente artificial gerado em computador (FREITAS; SANTOS, 2004). Cecílio e Rosa (2011) complementam a visão afirmando que o processo tecnológico engloba transformações em todos os setores na vida humana, que podem ir da econômica ao político, do social ao simbólico, do cultural ao psíquico, que acarreta muitas mudanças para a sociedade e afetam diretamente na aprendizagem.

Grecco, Rangel e Urquieta-González (2013) definem o sistema de realidade virtual como a existência de um usuário, uma interface homem-máquina, e um computador, conforme a Figura 1. O usuário participa de um mundo virtual gerado no computador, usando dispositivos sensoriais de percepção e controle. Um ambiente virtual pode ser projetado para simular tanto um ambiente imaginário quanto um ambiente real (GRECCO; RANGEL; URQUIETA-GONZÁLEZ, 2013).

Figura 1 - Sistema de ambiente virtual (Realidade Virtual)



Fonte: Pinho e Kirner (2023).

O sistema de realidade virtual envolve o usuário e uma interface elaborada, esse sistema faz com que a interface atue diretamente sobre o computador que vai atuar sobre um mundo virtual ou um mundo real simulado.

#### 2.4 REALIDADE VIRTUAL APLICADA À ENGENHARIA

Especificamente no que diz respeito à engenharia, alguns trabalhos descrevem aplicações interessantes, as quais fazem uso de técnicas relacionadas à visualização e à realidade virtual. Arroyo e Los Arcos (1999) descrevem um sistema chamado *Virtual Reality System* (SRV), que tem como objetivo treinar os operadores que lidam com a operação manual de equipamentos de subestações elétricas. O sistema provê três funções principais, as quais permitem ao operador aprender: (1) a aparência de equipamentos elétricos, sua topologia e sua localização física na subestação através da possibilidade de navegação ao redor de qualquer subestação virtualmente; (2) operar localmente e remotamente o equipamento de chaveamento: o usuário pode operar com os elementos da subestação desempenhando as operações reais como se ele estivesse lá. Os elementos que podem ser operados são transformadores, chaveamentos e disjuntores. O usuário pode também clicar sobre um elemento para selecioná-lo e movê-lo; (3) operar uma subestação e ver os efeitos em um simulador para que os procedimentos de operação estabelecidos possam ser corretamente seguidos: o usuário pode operar com o simulador e ver os efeitos na ferramenta SRV e vice-versa. Haja vista, há destaque da utilização de realidade virtual no processo de aprendizagem, com objetivo de ensinar o operador a agir em uma subestação elétrica e

informá-lo sobre as manobras que devem ser feitas, além de mostrar os passos errados que foram tomados.

Cabe ressaltar que a indústria da construção civil é considerada complexa, dinâmica e perigosa (MARINHO, 2022). A aplicação de medidas preventivas e proativas, incluídas através da prevenção através do projeto, podem reduzir os acidentes e aumentar a produtividade (GETULI; CAPONE; BRUTTINI, 2021). Em Jeelani, Han e Albert (2020), o ambiente imersivo proporcionou uma melhoria de 39% no reconhecimento do perigo e de 44% no desempenho da gestão de riscos. Mesmo profissionais da construção experientes e com treinamento prévio, nem sempre são proficientes em reconhecer e gerenciar os riscos à segurança (JEELANI; HAN; ALBERT, 2020). O reconhecimento e o gerenciamento de perigos são habilidades cognitivas que dependem de atenção, exame visual e tomada de decisão.

Estudos demonstraram a eficácia da educação em segurança na construção aplicando realidade virtual (VR) e gamificação (AHN *et al.*, 2020; PHAM *et al.*, 2018). Trabalhadores treinados por meio de simulação ambiental virtual apresentaram um nível de compreensão mais alto do que o grupo de trabalhadores treinados por métodos convencionais (AHN *et al.*, 2020), uma vez que os tradicionais não abordam suficientemente a questão do reconhecimento e gerenciamento de riscos (JEELANI; HAN; ALBERT, 2020).

A realidade virtual imersiva apresenta-se como uma simulação de baixo custo dos canteiros de obras, o que permite estratégias ativas de treinamento (EIRIS *et al.*, 2020). A tecnologia aplicada à indústria da construção pode facilitar o trabalho para estimar o risco e potencialmente evitá-lo. Os cinco sentidos humanos, visão, audição, tato, propriocepção e olfato, podem ser reproduzidos pela realidade virtual por meio de interações homem-computador (KHAN *et al.*, 2021). Destarte, esta tecnologia fornece estímulos ao usuário, o que facilita a percepção intuitiva de situações de risco (LUCENA; SAFFARO, 2022).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 CENÁRIO**

O cenário de aplicação dessa pesquisa permeia a NR 18, a qual define canteiro de obras como sendo uma área de trabalho fixa e temporária, onde são desenvolvidas ações de apoio e execução de uma obra. Tendo em vista a análise da hipótese de melhoria nos

indicadores de segurança do trabalho com a aplicação de realidade virtual como meio ferramental de sensibilização dos colaboradores para o uso de EPIs, o cenário de aplicação consiste em canteiros de obras da construção civil. O cenário em que foi aplicado o formulário foi um canteiro de obras localizado na cidade de Bombinhas, SC, na Triad Construtora.

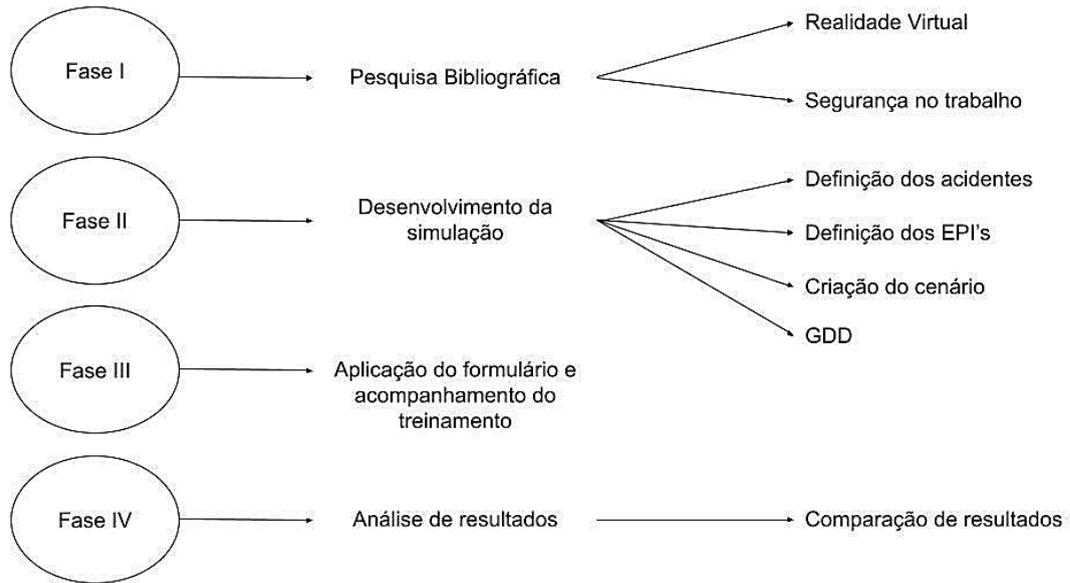
### 3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Essa pesquisa classifica-se como de natureza aplicada pois pretende solucionar problemas práticos (ZANELLA, 2013). No que tange aos procedimentos, este se enquadra como um estudo de caso, visto que, é um método de pesquisa ampla sobre um assunto específico, permitindo aprofundar o conhecimento sobre ele e, assim, oferecer subsídios para novas investigações sobre a mesma temática. Quanto aos objetivos, o estudo possui carácter exploratório, pois visa explorar a realidade buscando um maior conhecimento sobre o assunto. Além disso, o trabalho possui objetivos descritivos, já que procura conhecer a realidade estudada, suas características e seus problemas (GIL, 2002). No entanto, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, abordando assuntos que não podem ser quantificados em equações e estatísticas, com um carácter subjetivo.

### 3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Essa pesquisa está dividida em quatro fases, conforme apresentado na Figura 2. A primeira fase contemplou uma busca documental e bibliográfica para proporcionar ao autor uma fundamentação teórica para o desenvolvimento do presente estudo. A busca foi realizada em repositórios de trabalho de conclusão de curso, dissertações, teses, livros e artigos científicos nacionais e internacionais. Os principais conteúdos investigados para construir a base bibliográfica da pesquisa foram os tópicos: segurança no trabalho e realidade virtual com ênfase na construção civil. Posto isso, a segunda fase contemplou a identificação dos requisitos para a criação de um espaço simulado de um canteiro de obras dentro do Metaverso.

Figura 2 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autor (2023).

A etapa ocorreu inicialmente com a criação do *Game Design Document* (GDD), é possível visualizar o resumo no Anexo C, que é a base inicial para a criação de qualquer game ou simulação. Esse documento auxilia no entendimento dos objetivos, histórias, regras, personagens, níveis e desafios dentro da simulação. Para esta etapa também foi necessário o auxílio de referências bibliográficas para sua concepção, o resultado da busca bibliográfica definiu quais são os acidentes mais recorrentes dentro do canteiro de obras de construção civil. Além disso, foram definidos quais os EPIs necessários para que, quando aconteça o acidente dentro da simulação, o indivíduo tenha nenhum ou o mínimo de ferimentos possíveis.

Com a fundamentação teórica concluída e a versão inicial protótipo da ferramenta virtual, tem-se o início da investigação da hipótese de melhoria da percepção da necessidade de uso de EPIs em canteiros de obras por parte dos colaboradores com a utilização do Metaverso. Destarte, um instrumento de pesquisa em formato de formulário (Apêndice A) foi construído e aplicado aos funcionários de obra de uma construtora durante um treinamento com o técnico em engenharia de segurança na cidade de Bombinhas, SC, na Triad Construtora.

O propósito do formulário foi avaliar o conhecimento prévio sobre a relação entre segurança do trabalho, tecnologias e realidade virtual. Após a aplicação do questionário fez-se uma apresentação da versão inicial do ambiente virtual construído, com isso os funcionários

tiveram seu primeiro contato com a realidade virtual como meio de conscientizar a importância do uso dos equipamentos de segurança nos canteiros de obra.

Logo após, foi feita a aplicação de um novo formulário (Apêndice B) com o objetivo de avaliar a viabilidade de incorporar uma simulação desenvolvida no Metaverso como recurso complementar aos treinamentos de segurança do trabalho utilizados na construção civil após os operadores obterem um breve conhecimento sobre realidade virtual e Metaverso. A quarta fase da investigação da hipótese levantada deu-se a partir da realização de entrevistas com o técnico em engenharia de segurança, a diretoria da construtora e os colaboradores em treinamento a fim de coletar e analisar a opinião sobre a experiência vivenciada. Ademais, com a apresentação da ferramenta e entrevistas fez-se a comparação entre o antes e depois de uma tecnologia embarcada nos treinamentos de segurança do trabalho dos colaboradores.

A fase final desta pesquisa compreende a redação dos resultados e análise da hipótese levantada sobre a avaliação da viabilidade de incorporar uma simulação desenvolvida no Metaverso como recurso complementar aos treinamentos de segurança do trabalho utilizados na construção civil. Nas conclusões o objetivo é retomado e verifica-se se os resultados obtidos satisfazem o problema de pesquisa definido na seção introdutória deste trabalho, além de se apresentar as limitações, expectativas e sugestões de trabalhos futuros.

### 3 RESULTADOS

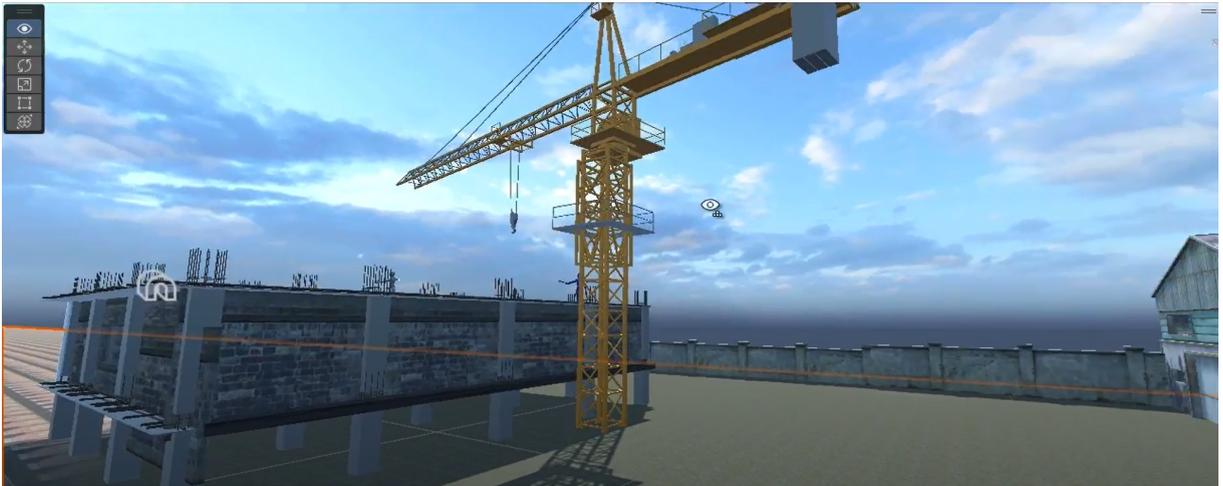
#### 3.1 CRIAÇÃO DO CENÁRIO

O equipamento de proteção individual (EPI) encontra resistência por falta de conhecimento dos empregados ou por falta de conhecimento das normas e legislações sobre o assunto. De maneira geral, os EPI's são fornecidos, na maioria das vezes, sem qualquer critério de escolha, apenas para o cumprimento básico da legislação, causando muitas vezes desconforto nos trabalhadores. Não há qualquer preocupação com a qualidade e desempenho dos equipamentos. (PELLOSO; ZANDONADI, 2012).

Com a pesquisa bibliográfica concluída, foi possível compreender quais eram os acidentes de trabalho mais ocorrentes dentro de uma construção civil e quais equipamentos eram necessários para que esses acidentes fossem prevenidos diante das pesquisas feitas anteriormente. Através deste ponto foi possível filtrar quais eram as mínimas condições para a validação e criação de um modelo simulado de construção civil dentro da realidade virtual. Logo após, criou-se o GDD, o documento auxiliou os criadores do cenário a entender qual é o propósito real da simulação, as funções básicas, planejamento interno, estratégias do negócio, análises e comparativos a simulações semelhantes, resumo da simulação, quais seus níveis de dificuldades, *gameplay*, arte e inspirações. A simulação levou aproximadamente três meses para ser concluída.

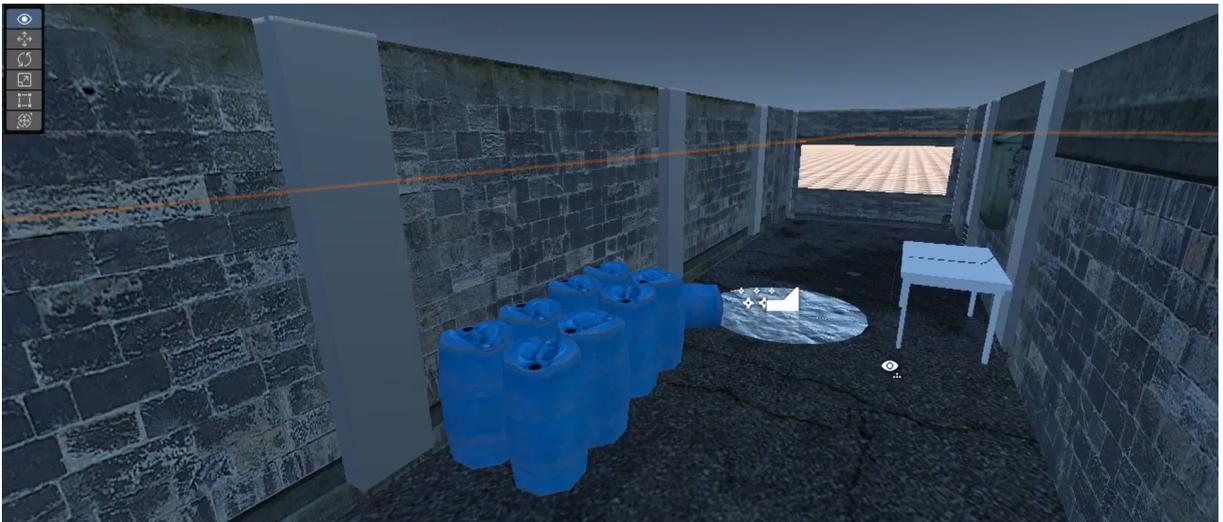
A simulação acontece totalmente em uma visão de primeira pessoa, ou seja, é um modo de câmera em jogos que normalmente é baseado em avatares, nos quais a tela exibe o que o avatar do jogador veria com seus próprios olhos, a seguir estão representados recortes do ambiente virtual desenvolvido. A Figura 3 representa uma visão externa da construção civil, esse cenário foi realizado dentro do software *Blender*; a Figura 4 representa uma das partes da simulação onde acontece o acidente relacionado a falta de uso de EPI, especificamente a luva, para o desenvolvimento das funcionalidades dentro da simulação, foi utilizado o software *Unit*.

Figura 3 - Visão externa da simulação da construção civil



Fonte: Autor (2023).

Figura 4 - Acidente relacionado a falta do uso de EPI (luva)



Fonte: Autor (2023).

### 3.2 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Em sequência, na terceira fase do presente estudo, criou-se o formulário direcionado para os operários de uma construção civil. O formulário teve como base a análise da viabilidade de implementar a simulação dentro dos treinamentos. Após a criação da versão inicial do protótipo, iniciou-se a investigação da hipótese de melhoria da percepção da necessidade de uso de EPIs em canteiros de obras por parte dos colaboradores com a utilização do Metaverso, ou seja, a aplicação do primeiro formulário. Este foi aplicado em 20 operários de obras, dividido em dois grupos de 10 pessoas.

A primeira pergunta do formulário foi “Você já ouviu falar no Metaverso?”, assim, obteve-se a informação de que somente 14,3% dos entrevistados já haviam escutado sobre o

termo. Com isso, foi introduzido brevemente uma explicação sobre o Metaverso correlacionando o termo com realidade virtual e realidade aumentada, pois era necessário para dar sequência ao formulário. Logo após, foi questionado “Você acredita que o uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada pode ser benéfico para a indústria da construção civil?”, onde 100% dos operários acreditam que o uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada podem ser benéficos para a indústria da construção civil.

A terceira pergunta foi relacionada à percepção de riscos, “Quais são as principais preocupações no âmbito da segurança do trabalho que você encontra em um canteiro de obras?”, como resposta obteve-se que 50% dos entrevistados acreditam que não existem preocupações no âmbito da segurança do trabalho e 28% acredita que a maior preocupação é sobre o uso correto de EPIs. Além disso, a quarta questão foi “Você acredita que um ambiente virtual, como o Metaverso, pode ajudar na conscientização sobre a importância do uso de EPIs?”, 57,1% dos interrogados concordam que um ambiente virtual pode ajudar na conscientização sobre a importância do uso de EPIs. Com isso, a quinta pergunta foi “Você acredita que o uso do Metaverso poderia reduzir o número de acidentes de trabalho na indústria da construção civil?”, em que as respostas alcançaram 71,4%, acreditam que o uso de realidade virtual em treinamentos poderia reduzir o número de acidentes de trabalho na indústria da construção civil.

A última pergunta foi relacionada à disposição da utilização de ferramentas tecnológicas, “Você aceitaria utilizar uma ferramenta do Metaverso para aprender sobre práticas de segurança do trabalho e o uso correto de EPIs?”, 78,6% aceitariam utilizar uma ferramenta de realidade virtual para aprender sobre as práticas de segurança do trabalho e o uso correto de EPIs”. A Figura 5 apresenta o momento da aplicação deste formulário no primeiro grupo e a Figura 6 representa o momento em que é apresentado o esboço da ferramenta desenvolvida no Metaverso ao segundo grupo de entrevistados.

Figura 5 - Aplicação do formulário no primeiro grupo



Fonte: Autor (2023).

Figura 6 - Apresentação do esboço da ferramenta desenvolvida ao segundo grupo



Fonte: Autor (2023).

Logo após, foi aplicado o segundo formulário onde obteve-se respostas positivas em relação à utilização do uso de tecnologias nos treinamentos. A primeira questão foi “Depois de visualizar o esboço da ferramenta desenvolvida no Metaverso para a conscientização sobre segurança do trabalho na construção civil, você acredita que na utilidade de treinamentos em espaços virtuais no seu ambiente de trabalho?”, no qual 100% dos entrevistados acreditam em benefícios da utilidade de treinamentos em realidade virtual no ambiente de trabalho.

Em seguida, foi questionado “Você acredita que a ferramenta do Metaverso poderia auxiliar na redução de acidentes de trabalho dentro da indústria da construção civil?”, em que 92,9% dos entrevistados responderam “Sim”. Na sequência, a pergunta foi “Você se sentiria confortável em utilizar uma ferramenta do Metaverso como parte do seu treinamento e

conscientização sobre segurança no trabalho?”, onde 85,7% se sentiria confortável em utilizar uma ferramenta desenvolvida no Metaverso como parte do seu treinamento de conscientização sobre segurança no trabalho.

Também foi registrado que 69,4% avaliam como “boa” a ferramenta desenvolvida e 92,9% acreditam que essa mesma ferramenta poderia ser adaptada para o benefício de outras áreas, como trânsito, fábricas e comércios. Após a série de perguntas, 92,9% dos entrevistados recomendariam a implantação de uma ferramenta de treinamento dentro do Metaverso.

## 4 CONCLUSÃO

Tendo em vista o objetivo geral do presente estudo analisar a aceitação de um novo método de treinamento a partir da realidade virtual aplicado às práticas da Engenharia de Segurança na ótica da construção civil, bem como seus objetivos específicos: (1) contextualizar a aplicação da realidade virtual na área da Segurança do Trabalho e caracterizar as possíveis aplicações da tecnologia, apontando as vantagens e desvantagens; (2) mapear os recursos necessários para criação de treinamento de realidade virtual aplicado às práticas da Engenharia de Segurança e direcionado a um público-alvo; (3) criação do GDD; (4) analisar a viabilidade da ideia do serviço no mercado identificado como público-alvo.

O estudo foi considerado completo quando (1) realizou-se uma pesquisa documental e bibliográfica que serviu como base teórica para a elaboração do referencial teórico deste estudo, permitindo assim a contextualização da relação entre a realidade virtual e a segurança no ambiente de trabalho; (2) os recursos necessários foram identificados e, adicionalmente, uma versão preliminar do treinamento de realidade virtual voltado para as práticas da Engenharia de Segurança e destinado aos profissionais da construção civil foi desenvolvida; (3) ocorreu a criação do GDD, documento que dita regras e limites para o desenvolvimento da simulação (4) foram elaborados questionários e administrados junto a um público-alvo específico, registrando as potenciais extensões da inovação, que representam áreas a serem exploradas. Para a progressão desse trabalho, fez-se a conexão dos desenvolvedores do cenário da realidade virtual com algumas construtoras que possuem interesse em seguir o desenvolvimento do projeto, assim como a oportunidade de desenvolver treinamentos dentro da realidade virtual em outra área, como setores industriais diversos.

Com base na análise crítica dos resultados dos formulários e entrevistas, fica evidente que a realidade virtual está desempenhando um papel cada vez mais significativo no contexto do mercado de trabalho, particularmente no setor da construção civil. A partir das respostas obtidas, podemos destacar aspectos importantes percebidos pelos respondentes.

Uma das observações notáveis é que a totalidade dos operários entrevistados acredita que o uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada pode ser benéfico para a indústria da construção civil. Essa unanimidade sugere um forte respaldo da utilização dessas tecnologias como ferramentas de aprimoramento nos treinamentos de segurança no trabalho. No entanto, a percepção de riscos apresentou uma divisão significativa, com 50% dos entrevistados acreditando que não existem preocupações no âmbito da segurança do trabalho. Essa percepção pode refletir uma falta de conscientização sobre os riscos associados à

atividade no canteiro de obras. A questão de 28% dos entrevistados que destacaram a preocupação com o uso correto de EPIs demonstra que essa é uma área de enfoque fundamental para melhorar a segurança no trabalho.

A aceitação de um ambiente virtual, como o Metaverso, para a conscientização sobre a importância do uso de EPIs é encorajadora, com 57,1% dos entrevistados concordando com essa possibilidade. Isso indica uma abertura para novas abordagens de treinamento e conscientização. Além disso, a crença de que o uso da realidade virtual em treinamentos pode reduzir o número de acidentes de trabalho é substancial, com 71,4% dos entrevistados concordando com essa afirmação. Isso sugere que os operários reconhecem o potencial da realidade virtual em criar ambientes de treinamento mais seguros e realistas.

No segundo questionário, que se concentrou na ferramenta desenvolvida no Metaverso, mais uma vez, a totalidade dos entrevistados expressou confiança na utilidade de treinamentos em realidade virtual no ambiente de trabalho. Isso destaca a clara preferência dos trabalhadores por métodos de treinamento inovadores ao invés de treinamentos realizados atualmente. A maioria dos entrevistados expressou disposição para utilizar ferramentas tecnológicas no treinamento de segurança no trabalho, indicando um nível de conforto e aceitação da tecnologia. Além disso, a alta porcentagem que acredita que a ferramenta poderia ser adaptada para benefício de outras áreas enfatiza o potencial versátil da realidade virtual na capacitação.

Diante dos resultados apresentados, é evidente que a identificação e exploração da oportunidade de negócio relacionada à integração da realidade virtual, especialmente o Metaverso, em treinamentos de segurança na construção civil, culminou em um cenário de benefícios mútuos. Ao alinhar uma percepção de segurança a um ambiente virtual, a empresa alcançará sucesso em proporcionar uma experiência imersiva e eficaz aos operadores. Além disso, a implementação dessa tecnologia não apenas promoverá uma nova cultura organizacional, mas também sensibilizará os operadores para a adoção de inovações tecnológicas no seu cotidiano. Esta pesquisa não apenas atendeu às expectativas iniciais, mas também representou uma significativa jornada de aprendizado, marcada pela elaboração de cenários e pela compreensão aprofundada dos conceitos do Metaverso. Este aprendizado não só aprimora habilidades técnicas, mas também sinaliza perspectivas ampliadas, não apenas para a indústria da construção civil, mas como uma potencial fonte de inovação em diversas outras indústrias. Assim, os resultados não apenas validam a eficácia do projeto, mas também indicam um horizonte promissor para futuras aplicações e desenvolvimentos.

## REFERÊNCIAS

- AHN, S. *et al.* Improving effectiveness of safety training at construction worksite using 3D BIM simulation. **Advances in Civil Engineering**, [S. l.], v. 2020, 2020.
- ALCALAY, L. J. **Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade LaSalle, Canoas, 2019.
- ARROYO, E.; LOS ARCOS, J. L. **SRV: a virtual reality application to electrical substations operation training**. Vancouver: IEEE, 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO. **Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes do trabalho**. São Paulo, 30 abr. 2019. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- BOZZA, A. F. **Segurança do trabalho na construção civil**. 2010. 34 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- BRASIL. Escola Nacional da Inspeção do Trabalho. **Normas Regulamentadoras**. Brasília, 2020a.
- BRASIL. Ministério da Economia. **Nova NR 18 aumenta segurança dos trabalhadores e estimula modernização na construção civil**. Brasília, 31 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/02/nova-nr-18-aumenta-seguranca-dos-trabalhadores-e-estimula-modernizacao-na-construcao-civil>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul. **Embargo e interdição: instrumentos de preservação da vida e da saúde dos trabalhadores: a experiência da seção de segurança e saúde no trabalho: SEGUR/RS**. Porto Alegre: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul, Seção de Segurança e Saúde do Trabalhador/SEGUR, 2010.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001**. Altera a Norma Regulamentadora que trata de Equipamento de Proteção Individual - NR 6 e dá outras providências. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2001. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=182703>. Acesso em 28 jul. 2022.
- BRASIL. **NR 4: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**. Portaria MTPS n. 510, de 29 de abril de 2016. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016.
- BRASIL. **NR 7: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. Portaria MTb n. 1.031, de 06 de dezembro de 2018. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2018.
- BRASIL. **NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Portaria SEPRT n. 1.359, de 09 de dezembro de 2019. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019.

BRASIL. **NR 18**: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Portaria SEPRT n. 3.733, de 10 de fevereiro de 2020. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2020b.

BRIDI, M. E. **Protocolo de avaliação das práticas de segurança e saúde no trabalho no setor da construção civil**. 2012. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

CARVALHO, D. Acidentes na construção civil – uma infeliz realidade do setor. **Sienge**, São José, 16 out. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/acidentes-na-construcao-civil/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CECÍLIO, S.; ROSA, R. Educação e o uso pedagógico das tecnologias da informação e comunicação: a produção do conhecimento em análise. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 12-25, maio/jun. 2011.

EIRIS, R. *et al.* Safety immersive storytelling using narrated 360-degree panoramas: A fall hazard training within the electrical trade context. **Safety Science**, Amsterdam, v. 127, jul. 2020.

FREITAS, M.; SANTOS, E. Proposta de uma ferramenta de realidade virtual para o planejamento de canteiro de obras. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, ANTAC, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87147/204116.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>. Acesso em: 29 jul. 2022.

GANDINI, C. A. **Treinamento obrigatórios para trabalhos de manutenção em pequenas centrais hidrelétricas com base nas normas regulamentadoras**. 2015. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

GETULI, V.; CAPONE, P.; BRUTTINI, A. Planning, management and administration of HS contents with BIM and VR in construction: an implementation protocol. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 603-623, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GRECCO, S. T. F.; RANGEL, M. C.; URQUIETA-GONZÁLEZ, E. A. Zeólitas hierarquicamente estruturadas. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 131-142, 2013.

HINZE, J. **Making Zero Injuries a Reality**: a report to the construction industry institute. Gainesville: University of Florida, 2002.

JEELANI, I.; HAN, K.; ALBERT, A. Development of virtual reality and stereo-panoramic environments for construction safety training. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 27, n. 8, p. 1853-1876, 2020.

- KHAN, A. *et al.* Integration of bim and immersive technologies for aec: A scientometric-swot analysis and critical content review. **Buildings**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 1-34, 2021.
- LISKA, R. W.; GOODLOE, D.; SEN, R. **Zero Accident Techniques** Austin: The Construction Industry Institute, 1993.
- LUCENA, A. F. E.; SAFFARO, F. A. Guidelines for exploring construction sites in virtual reality environments for hazard identification. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 86-95, 2022.
- MARINHO, D. Acidentes de trabalho e mortes acidentárias voltam a crescer no Brasil em 2021. **Nações Unidas Brasil**, Brasília, 22 abr. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/178950-acidentes-de-trabalho-e-mortes-acidentarias-voltam-crescer-no-brasil-em-2021>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- MEALY, P. **Virtual & augmented reality for dummies**. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2018.
- MORAIS, C. R. N. **Perguntas e respostas comentadas em segurança e medicina do trabalho**: incluindo NRs. 4. ed. rev. e ampl. São Caetano do Sul: Yendis, 2010.
- NUNES, L. E. C. **Realidade aumentada e suas aplicações na área de segurança do trabalho**. 2020. 33 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- PELLOSO, Eliza; ZANDONADI, Francianne. **Causas da resistência ao uso de equipamentos de proteção individual EPI**. Cuiabá: Janeiro, 2012. Disponível em <[http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artgiso/art\\_epi\\_cv.pdf](http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artgiso/art_epi_cv.pdf)> . Acesso em 10 dez. 2023.
- PHAM, H. *et al.* Virtual field trip for mobile construction safety education using 360-degree panoramic virtual reality. **International Journal of Engineering Education**, [S. l.], v. 34, n. 4, p. 1174-1191, 2018.
- PINHO, M. S.; KIRNER, C. **Uma introdução à realidade virtual**. 2023. Disponível em: <https://grv.inf.pucrs.br/tutorials/introducao-a-realidade-virtual/#sumario1.2..> Acesso em: 21 abr. 2023.
- RAZURI, C. **Un sistema integrado de gestión de producción y seguridad en la construcción**. 2007. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería) - Escuela de Ingeniería, Universidad Católica de Chile, Santiago, 2007.
- REESE, E. **Handbook of OSHA Construction Safety and Health**. New York: Lewis Publishers, 1999.
- SAWACHA, E.; NAOUM, S.; FONG, D. Factors affecting safety performance on construction sites. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 309-315, 1999.

**APÊNDICE A - IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO**

<b>IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO - TREINAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>
Este formulário tem como objetivo avaliar a viabilidade de incorporar uma simulação desenvolvida no Metaverso como recurso complementar aos treinamentos de segurança do trabalho utilizados na construção civil.
1. Você já ouviu falar sobre o Metaverso?
2. Você acredita que o uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada pode ser benéfico para a indústria da construção civil?
3. Quais são as principais preocupações no âmbito da segurança do trabalho que você encontra em um canteiro de obras?
4. Você acredita que um ambiente virtual, como o Metaverso, pode ajudar na conscientização sobre a importância do uso de EPIs?
5. Você acredita que o uso do Metaverso poderia reduzir o número de acidentes de trabalho na indústria da construção civil?
6. Você estaria disposto a utilizar uma ferramenta do Metaverso para aprender sobre práticas de segurança do trabalho e o uso correto de EPIs?

**APÊNDICE B - IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO**

<b>IMPLEMENTAÇÃO DE SIMULAÇÃO NO METAVERSO - TREINAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>
Este formulário tem como objetivo avaliar a viabilidade de incorporar uma simulação desenvolvida no Metaverso como recurso complementar aos treinamentos de segurança do trabalho utilizados na construção civil.
1. Depois de visualizar o esboço da ferramenta desenvolvida no Metaverso para a conscientização sobre segurança do trabalho na construção civil, você acredita que na utilidade de treinamentos em espaços virtuais no seu ambiente de trabalho?
2. Você acredita que a ferramenta do Metaverso poderia auxiliar na redução de acidentes de trabalho dentro da indústria da construção civil?
3. Você se sentiria confortável em utilizar uma ferramenta do Metaverso como parte do seu treinamento e conscientização sobre segurança no trabalho?
4. Com base no que foi apresentado, como você avalia o uso da ferramenta desenvolvida no Metaverso em treinamentos de segurança do trabalho?
5. Você acredita que o Metaverso poderia ser aplicado em outras áreas além da construção civil para melhorar a conscientização sobre segurança do trabalho? Quais áreas?
6. Com base na apresentação do Metaverso e da ferramenta proposta, você recomendaria a implementação dessa ferramenta?

## APÊNDICE C - RESUMO DO GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)

### **Informações Básicas:**

Gênero: Educacional

Plataforma: Metaverso

Público: Funcionários da construção civil

### **Planejamento Interno do Projeto**

Investimento Financeiro: R\$0

Prazo previsto: 11/10/2022

Ferramentas necessárias:

### **Estratégias de Negócio**

Modelo de Monetização: Free to play, para desenvolvimento do TCC com o objetivo de diminuir o percentual de acidentes de trabalho na construção civil.

Plano de Marketing: Jogo será exibido para o curso de Engenharia Civil na UFSM, com isso, os alunos que estão estagiando poderão aplicar dentro das obras.

### **Análises**

Jogos Semelhantes: Não existe

### **O Jogo**

Resumo: O jogo precisa ser algo simples, que envolve a utilização de Equipamentos de Proteção Individual para percepção da importância da segurança do trabalho na construção civil. O jogo deve começar com a escolha dos EPI'S corretos e partir disso o jogador poderá dar uma volta na obra, diante disso, vai acontecer alguns imprevistos por exemplo, quedas de objetos, nesse caso, o jogador precisará utilizar o capacete e óculos de proteção.

Seguindo na obra, terá fios expostos e quanto o jogador está prestes a se aproximar, ocorrerá o choque elétrico, nesse caso, por não utilizar as luvas de proteção para isso. Conforme o jogador caminha na obra, o barulho vai aumentando, assim, é necessário que ele encontre os protetores auditivos para que esse barulho seja baixo, quase nada.

Personagens: Um funcionário de obra

Níveis: Fácil

Desafios: Conseguir andar pela obra sem o jogador se machucar.

Regras: Utilizar os EPI'S corretos para cada situação.

Objetivos: Utilizar o máximo da realidade virtual para que ocorram mudanças e que os funcionários se conscientizem dos riscos dentro das obras de construção civil na vida real.

**Gameplay**

Modos de Jogo: Single Player

Dificuldades: Somente um nível de dificuldade

Mecânicas: Personagem do jogo terá o mesmo mecanismo que um ser humano, tentar deixar o mais realista possível

Controles: Controle será através do óculos de realidade virtual

Coletáveis: Equipamentos de proteção

Power-ups: Não vai existir

Recompensas: Após utilizar o EPI correto, consegue coletar o próximo

Fator Replay: Utilizar os EPI's incorretos, assim "matando e/ou machucando" diminuindo o nível de vida do personagem.

**Arte:**

Tipo de Arte: 3D

Ambientações: Jogo se passará na atualidade.

Interfaces: Tela inicial do jogo onde será possível dar o "play" e também a tela de "pausa"

Músicas: Ruídos de obras de construção.

NUP: 23081.155783/2023-13

Prioridade: Normal

**Homologação de ata de defesa de TCC e estágio de graduação**

125.322 - Bancas examinadoras de TCC: indicação e atuação

**COMPONENTE**

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
8	Trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.32)	TCC_correção.docx.pdf

**Assinaturas**

**13/12/2023 16:36:20**

MATHEUS GONCALVES MARINHO (Aluno de Graduação - Aluno Regular)  
07.09.08.01.0.0 - Curso de Engenharia de Produção - 121626

**13/12/2023 18:35:45**

CARMEN BRUM ROSA (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR (Ativo))  
01.28.05.00.0.0 - COORDENADORIA DE EMPREENDEDORISMO - CE-PROINOVA

1960



Código Verificador: 3644016

Código CRC: 2922cb7a

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

