



DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR EM REALIDADE VIRTUAL PARA O ENSINO DE SEGURANÃ?A E GESTÃ?O DE RISCOS EM OFICINAS DE VAGÃ?ES

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2024.5205

Autores: EMILLY SALES GUIMARAES, RODOLFO RIBEIRO GOMES, HEITER EWALD, PEDRO ROSSETTO DE FARIA, RENAN CARREIRO ROCHA

Resumo: Para que os profissionais da área de manutenção desempenhem suas atividades com eficiência e segurança, é fundamental que recebam treinamento adequado. Algumas propostas de treinamentos utilizando realidade virtual surgiram para complementar os treinamentos convencionais ou até mesmo substituir o modelo tradicional, que envolve um instrutor e aprendizes em uma sala presencial. Isso ocorre porque a realidade virtual permite um treinamento em um ambiente seguro, flexível e com alto engajamento dos participantes. Assim, propõe-se neste estudo o desenvolvimento de um simulador em realidade virtual para capacitar estudantes e profissionais na área de segurança e gestão de riscos em oficinas de vagões. Para o desenvolvimento do simulador, foi necessário realizar a modelagem computacional, programação e implementação no motor do jogo utilizando softwares como o Blender e o Godot Engine. Os resultados mostraram que o simulador possui características adequadas para ser utilizado como uma ferramenta educacional, destacando-se pela capacidade de gerar feedback imediato, proporcionar imersão e realismo, gerar engajamento e motivar os usuários, além de permitir o monitoramento da avaliação dos aprendizes.

Palavras-chave: Realidade virtual; Segurança de trabalho; Aprendizagem ativa.

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR EM REALIDADE VIRTUAL PARA O ENSINO DE SEGURANÇA E GESTÃO DE RISCOS EM OFICINAS DE VAGÕES

1 INTRODUÇÃO

A segurança no trabalho é fundamental em todos os ambientes, especialmente em áreas industriais, onde os perigos associados às atividades são notáveis (FRANCO e DRUCK, 1998). No contexto da manutenção dos vagões ferroviários, o foco na segurança é ainda mais crucial, considerando que todos os componentes são muito grandes e pesados, potencializando os riscos presentes nesses ambientes (MEDEIROS et al., 2007).

Dessa forma, preparar os alunos e os profissionais que atuarão nesses locais é importante para aumentar sua capacidade de resposta e reduzir significativamente a incidência de acidentes no ambiente industrial. As aulas tradicionais têm sido a principal forma de ensino há muitos anos, conhecidas pelos métodos expositivos que destacam o papel do professor como fonte primária de conhecimento para os alunos, juntamente com as tarefas em sala de aula e os materiais físicos (LEÃO, 1999). No entanto, devido ao progresso tecnológico, as aulas com a Realidade Virtual (RV) surgiram como um método novo e muito atrativo para a educação e para a Indústria 4.0 (JÚNIOR e GOMES, 2021).

As aulas com RV oferecem aos alunos a oportunidade de explorar ambientes tridimensionais e interativos, permitindo uma imersão total no material educacional (REIS et al. 2015). Ao usar simulações realistas, os alunos podem se envolver com ideias complexas de maneira prática, incentivando a curiosidade, a imaginação e o envolvimento ativo na aprendizagem (VIEIRA, 2022).

Entretanto, mesmo que proporcione um ambiente seguro e tenha múltiplos benefícios para aprendizagem e treinamento, é importante ter cuidado com as simulações. A ausência de riscos reais neste cenário pode levar os usuários a cometerem mais erros por terem a percepção de risco reduzida. No entanto, apesar desse ponto, a utilização da RV como método de ensino continua sendo uma abordagem válida e eficiente (MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ et al. 2023).

Ao considerar a educação e a formação por meio de simulações em RV, encontram-se numerosos estudos que demonstram sua eficácia e seu sucesso no treinamento de segurança aplicado a diversas áreas, como a construção civil. Um exemplo é a pesquisa realizada por Lucena (2019), que utilizou a tecnologia de realidade virtual para criar uma simulação para treinamento de gestores do setor de construção. Este programa pretendia melhorar a compreensão e a gestão dos riscos nos locais de trabalho, especialmente nos canteiros de obras. Eventualmente, foi determinado que o desenvolvimento de ferramentas alinhadas com os princípios sugeridos poderia ajudar muito na educação dos gestores em relação à gestão da segurança no local de trabalho.

Outros estudos bem-sucedidos foram conduzidos por Silva et al. (2023) e Reis et al. (2015). Ambos os trabalhos exploraram o potencial do espaço virtual para desenvolver simulações realistas e imersivas voltadas para o treinamento em estações de energia, que são ambientes de alto risco. Nestas circunstâncias, a presença de pessoal inexperiente seria impossível devido à necessidade de precisão para realizar todas as atividades para, assim, evitar riscos à vida dos colaboradores. Porém, com o uso da simulação em realidade virtual, foi possível realizar esse treinamento de forma segura e eficaz.

Conforme foi evidenciado, a realidade virtual é frequentemente utilizada em diversos setores, incluindo a medicina. O estudo de Kennedy, Pedram e Sanzone (2023) acentua a eficiência da utilização da RV para treinamento de coleta de sangue. O artigo indica que os erros durante as sessões de treinamento foram reduzidos em 40% entre os alunos envolvidos nas simulações em comparação com os do grupo de controle. Foi possível concluir que este método não é apenas seguro, mas também válido.

Nos laboratórios de química, também é viável adotar esse tipo de abordagem. Um estudo realizado por Chan *et al.* (2023) teve como objetivo analisar o grau de interesse e envolvimento dos alunos durante os treinamentos de segurança com realidade virtual. Os resultados indicaram um aumento significativo no engajamento e na motivação dos participantes, devido à maior imersão proporcionada pela tecnologia. No entanto, percebeu-se que pessoas com mais de 50 anos enfrentaram dificuldades ao lidar com os dispositivos virtuais. Por conseguinte, propôs-se a integração entre métodos tradicionais e a nova abordagem de treinamento.

Este estudo tem como finalidade desenvolver uma simulação em realidade virtual centrada na segurança do trabalho no setor da manutenção de vagões ferroviários. Essa simulação oferece uma oportunidade valiosa para capacitar trabalhadores, estudantes e profissionais do setor ferroviário, permitindo-lhes adquirir habilidades práticas em um ambiente controlado e seguro.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento do simulador seguiu as diretrizes e fluxo de trabalho proposto por Checa e Bustillo (2020), iniciando no pré-projeto com as definições apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Definições realizadas no pré-projeto do desenvolvimento do simulador.

Característica do Pré projeto	Simulador desenvolvido
Público alvo	Alunos e colaboradores da área ferroviária
Necessidade	Ensinar segurança do trabalho e gestão de riscos utilizando um ambiente controlado e seguro
Objetivo de aprendizagem	Preparar alunos e colaboradores da área ferroviária para identificar situações de riscos dentro de uma oficina de vagões
Especificando os resultados de aprendizagem a serem alcançados	Familiarização com equipamentos de proteção individual utilizados no ambiente industrial; Desenvolvimento de habilidades práticas em gestão de riscos; Aprimoramento do conhecimento em procedimentos de segurança
Sistema de avaliação	O sistema de avaliação será gerado automaticamente através da interação do usuário com o sistema de treinamento. Um sistema de ajuda, também executado automaticamente pelo sistema de treinamento, será acionado caso o aluno não responda corretamente as interações disponíveis

Fonte: Autores

Para o desenvolvimento do simulador foi necessário criar os objetos virtuais para compor o cenário para a realização das tarefas imersivas de aprendizagem. Nessa etapa foi utilizado o software de modelagem tridimensional *Tinkercad Online* (software gratuito). A texturização dos objetos modelados ocorreu utilizando o software *Blender* (versão 2.79b, software livre) e o motor de jogos *Godot Engine* (versão 3.1, software livre).

As interações que ocorrem entre o usuário e o simulador foram programadas utilizando o software de desenvolvimento de jogos *Godot Engine* (versão 3.1, software livre). O simulador foi desenvolvido para ser executado no conjunto de *hardwares* do *Oculus*

Rift, composto por óculos de realidade virtual, sensores de rastreamento de posição e controles de ação.

No Quadro 2 são apresentadas as características do simulador desenvolvido. Cada linha do quadro representa uma etapa do simulador e essas etapas estão em sequência. Assim, a primeira linha do quadro é a primeira tarefa do simulador.

Quadro 2 – Etapas sequenciais apresentadas durante a execução do simulador.

Etapa	Resumo	Objetos modelados	Interação desenvolvidas no Godot
Tela inicial	Apresentação do objetivo da simulação e instruções iniciais.	Sem objetos modelados.	Clicar em botão confirmando entendimento das orientações.
Escolha dos EPIs	O usuário deverá selecionar quais são os EPIs adequados para serem utilizados dentro do ambiente virtual simulado.	Mesa com os seguintes EPIs dispostos: Capacete, protetores auriculares, óculos de proteção, bota de segurança, máscara de soldagem, luvas isolantes, luvas para soldagem.	Selecionar os EPIs através da interação virtual da mão com os equipamentos através de setas luminosas.
Primeira bancada de percepção de risco	Nesse setor está localizado uma bancada de soldagem próxima a líquidos inflamáveis e com equipamento contendo fiação exposta. O usuário deverá reconhecer os riscos.	Máquina de soldagem, barris de combustíveis e uma mesa.	Selecionar através de um quiz quais os riscos o usuário está exposto.
Segunda bancada de percepção de risco	Nesse setor o acesso ao extintor de incêndio está obstruído pela presença de um equipamento. Além disso, ferramentas de trabalho estão dispostas em locais inadequados. O usuário deverá reconhecer os riscos.	Extintor de incêndio, ferramentas manuais tais como: Alicate, martelo, tesoura entre outro.	Selecionar através de um quiz quais os riscos o usuário está exposto.
Terceira bancada de percepção de risco	Nesse setor um vagão está no poço de manutenção ao lado de um guindaste que transporta uma carga suspensa. O usuário deverá reconhecer os riscos.	Guindaste, roda ferroviária, corrente de aço e vagão ferroviário.	Selecionar através de um quiz quais os riscos o usuário está exposto.
Etapa de feedback	Etapa final, o usuário recebe uma notificação com o número de acertos e quais etapas precisam ser realizadas novamente	Sem objetos modelados.	Clicar em botão confirmando entendimento das orientações.

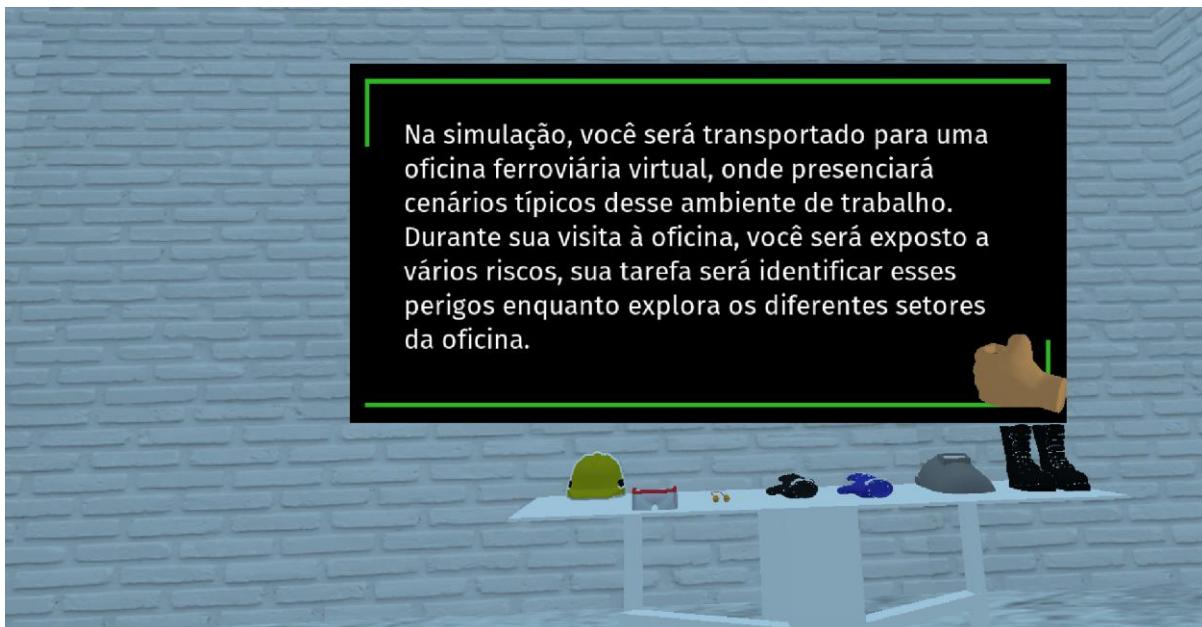
Fonte: Autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a etapa de modelagem, texturização e programação foi possível desenvolver uma plataforma capaz de permitir aos usuários uma experiência imersiva, promovendo a aprendizagem ativa ao proporcionar que os usuários interajam diretamente com os materiais de estudo, ao invés de serem expectadores passivos do processo de ensino aprendizagem.

Ao entrar no simulador, o usuário é saudado com uma breve explicação sobre a simulação. Abaixo desse texto introdutório, há uma instrução “Fechar a mão para fechar o texto” esperando pela sua interação. Ao realizar a ação descrita, a simulação se inicia e ele é levado para uma oficina de manutenção. A tela inicial do simulador é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Tela inicial do simulador em RV.



Fonte: Autores.

Assim que a simulação tem início, o jogador é conduzido a uma bancada onde pode escolher seus Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) obrigatórios, conforme a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) do ministério do trabalho e emprego, que incluem: capacete, protetores auriculares, óculos de proteção e botas de segurança. Além desses itens essenciais, outros EPIs estão disponíveis na bancada, como máscaras de solda, luvas específicas para soldagem e luvas isolantes necessárias para diversas atividades relacionadas à manutenção dos vagões. Se o jogador fizer escolhas erradas, um som de reprovação tocará, alertando-o sobre sua seleção inadequada. Assim sendo, o usuário terá que revisar suas escolhas até acertar por completo. Para que o leitor possa compreender como ocorre essa interação e visualizar o cenário dessa ação é apresentado a Figura 2.

Figura 2 – Mesa com os EPIs dispostos para escolha.



Fonte: Autores.

Depois de se equipar adequadamente com os EPIs, o usuário inicia uma visita à oficina, na qual será guiado por três setores e exposto a diversos riscos que precisam ser identificados. Esses riscos incluem:

- Perigo de quedas;
- Risco de queimaduras e danos à visão ao lidar com solda;
- Possibilidade de queda de equipamentos;
- Chance de lesões nas mãos ao manusear ferramentas e peças;
- Risco de danos auditivos;
- Risco de explosão no local;
- Risco de eletrocussão;
- Risco de contaminação por resíduos químicos;
- Risco de acidentes causados por obstrução de equipamento;
- Risco ergonômico.

Cada um desses perigos deve ser atentamente observado pelo usuário durante a visita aos setores e selecionado por ele nos momentos solicitados. Em cada setor, ele poderá selecionar as opções que mais condizem com a situação simulada. A pontuação total será apresentada ao participante somente no final da visita, considerando que cada acerto equivale a 1 (um) ponto.

Na Figura 3 é apresentado o primeiro cenário para a percepção de riscos. O cenário foi montado de maneira que possa aperfeiçoar a capacidade dos alunos de visualizar, de maneira lúdica, a conexão entre os conteúdos teóricos das normas regulamentadoras brasileiras e a prática profissional na área de Segurança do Trabalho. DE MATOS PAIXÃO e colaboradores (2017), foram exitosos ao utilizarem um cenário com essas características

para ensinar segurança de trabalho através de um jogo 2D desenvolvido pelos autores para plataforma Windows.

Figura 3 – Primeiro cenário para percepção de riscos.

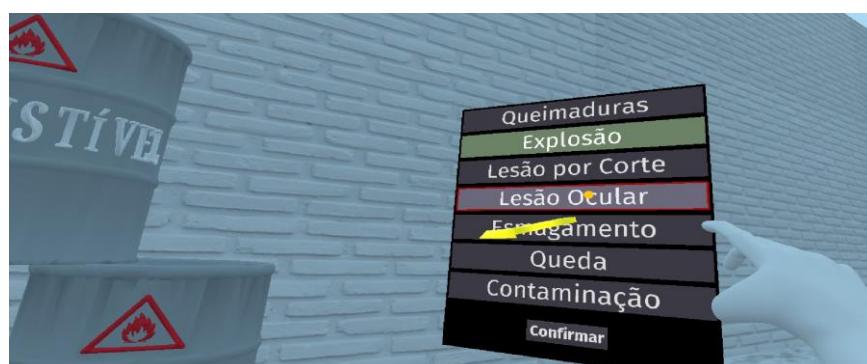


Fonte: Autores.

A Figura 4 apresenta em detalhes como ocorre a seleção dos riscos percebidos pelo usuário ao chegarem no cenário. Observa-se a presença de uma seta amarela na imagem. Essa seta foi desenvolvida para guiar o usuário até a bancada de avaliação dos riscos. Assim, quando ele responder ao questionário, a seta indicará onde encontra-se a nova bancada de percepção de risco. Em relação ao questionário, ele encontra-se sempre fixo próximo ao ambiente avaliado. O usuário interage com o questionário apontando sua mão para uma das opções. A opção apontada fica destacada e o usuário pode confirmar a escolha dessa opção através de um botão no controle de ação.

Essa interação que ocorre em realidade virtual possibilita ao usuário uma rápida apropriação de conceitos e procedimentos de operação, bem como permite o acúmulo de experiências em um curto prazo de tempo (ROURET *et al.*, 2023).

Figura 4 – Questionário para interação no simulador
em RV.



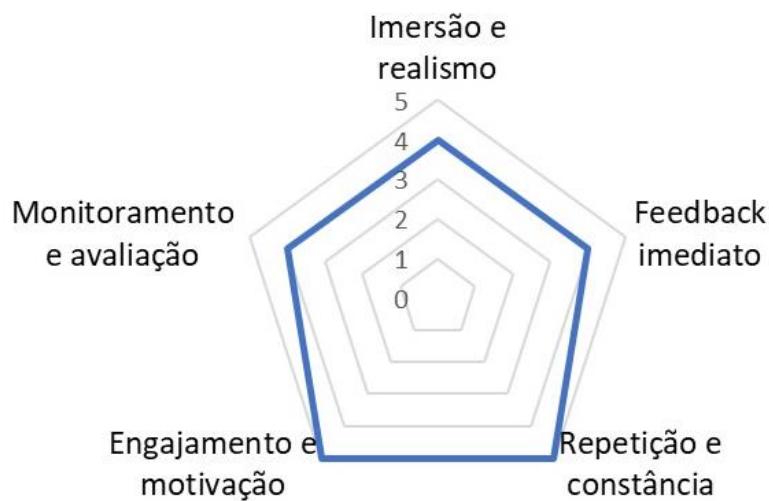
Fonte: Autores.

Após o desenvolvimento do simulador, aponta-se que as principais características dessa ferramenta educacional vão ao encontro do que se espera de uma plataforma de aprendizagem em realidade virtual. A conhecer:

- **Imersão e realismo:** Proporcionar experiências imersivas e realistas que capturam a atenção dos usuários (REIS *et al.* 2015; VIEIRA, 2022).
- **Feedback imediato:** Possibilitar feedback imediato aos alunos, ajudando-os a entender seus erros e acertos em tempo real.
- **Repetição e constância:** Permitir a repetição dos exercícios quantas vezes forem necessárias, garantindo a completa aquisição de conhecimento.
- **Engajamento e motivação:** Proporcionar aos usuários se envolver com o conteúdo educacional de maneira mais intensa, gerando maior engajamento e motivação (RANDENIYA, *et al.* 2019);
- **Monitoramento e avaliação:** Viabilizar o monitoramento detalhado do progresso dos alunos, facilitando a avaliação de desempenho e a identificação de áreas que necessitam de melhoria.

Por fim, por meio da realização de testes alfa, que são testes de uso do simulador realizados pela equipe desenvolvedora, foi feita uma avaliação da ferramenta educacional desenvolvida. Para isso, foi utilizada uma escala de Likert, na qual a nota 1 é atribuída quando o simulador atinge o critério de maneira insatisfatória e a nota 5 é atribuída quando o simulador atinge o critério de maneira totalmente satisfatória. Na Figura 5, o resultado do teste é apresentado na forma de gráfico de teia.

Figura 5 – Avaliação do simulador através de testes alfa.



Fonte: Autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo desenvolver um simulador em realidade virtual para capacitar alunos e profissionais da área de manutenção ferroviária em segurança, especificamente na percepção de riscos em uma oficina de manutenção. Utilizando softwares livres e de fácil acesso, foi possível modelar e texturizar um cenário virtual que criasse um ambiente imersivo e propício para o aprendizado de forma lúdica, com o participante do simulador sendo o protagonista do processo de aprendizagem.

O simulador desenvolvido apresenta características desejáveis em plataformas virtuais de aprendizagem, destacando-se pelo bom realismo do cenário, pela sua capacidade de imersão e por gerar engajamento e motivação nos usuários. Além disso, permite o monitoramento e a avaliação automática do desempenho dos participantes, possuindo também um sistema de feedback que facilita a identificação das suas lacunas de formação dos alunos e profissionais.

Apesar dos resultados significativos, o estudo carece de uma validação beta, que deverá ser realizada com um grande grupo de utilizadores. Para trabalhos futuros, pretende-se realizar essa validação e, assim, aprimorar essa ferramenta de aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo pelas condições oferecidas para o desenvolvimento e apresentação desse projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CHAN, Philippe et al. **Study of motivation and engagement for chemical laboratory safety training with VR serious game.** 2023. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez120.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0925753523002205?via%3Dihub>. Acesso em: 19 set. 2023.

CHECA, David; BUSTILLO, Andres. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. **Multimedia Tools and Applications**, [S. I.], v. 79, n. 9, p. 5501–5527, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9> Acesso em: 20 mai. 2024.

DE MATOS PAIXÃO, Emilia et al. NBR-SIM: Jogo Educativo para Segurança do Trabalho. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.75111>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FRANCO, Tânia; DRUCK, Graça. **Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente.** 1998. SciELO Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/xpjStHyz9MQfrvmLx4mzStR/#>. Acesso em: 23 fev. 2024.

JÚNIOR, Soares; GOMES, Gilberto. **Tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 aplicadas para melhoria da segurança do trabalho na construção civil.** 2021. Dissertação (Mestrado e Doutorado) - Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://bibliotecade.uninove.br/handle/tede/2805#preview-link0>. Acesso em: 23 set. 2023.

KENNEDY, Grace A.L.; PEDRAM, Shiva; SANZONE, Sal. **Improving safety outcomes through medical error reduction via virtual reality-based clinical skills training.** 2023. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez120.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S092575352300142X>. Acesso em: 19 set. 2023.

LEÃO, Denise Maria Maciel. **Paradigmas Contemporâneos De Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista.** 1999. Dissertação (Doutorado) - Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará, Ceará, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/PwJJHWcxknGGMghXdGRXZbB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LOPES, Diene Gomes Colvara et al. **Treinamento com realidade virtual não imersiva é efetivo na melhoria da funcionalidade de idosos institucionalizados e uma opção de atividade física segura nos momentos de restrição: um estudo piloto.** 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/182437/174312>. Acesso em: 19 set. 2023.

LUCENA, Arthur Felipe Echs. **Desenvolvimento De Recursos Baseados Em Jogos E Realidade Virtual Para Capacitação Em Segurança Do Trabalho De Gestores Da Construção Civil.** 2019. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2019. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000231607>. Acesso em: 23 set. 2023.

MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, Alberto et al. **Convergence of Virtual Reality and Digital Twin technologies to enhance digital operators' training in industry 4.0.** 2023. International Journal of Human-Computer Studies, Volume 180, 2023. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez120.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1071581923001453>. Acesso em: 19 set. 2023.

MEDEIROS, Eliete et al. Análise Das Condições De Trabalho No Setor De Manutenção De Vagões De Uma Ferrovia Do Sul De Santa Catarina. 2007. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais.** Paraná. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570426_9945.pdf. Acesso em: 23 fev. 2024.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora nº 6 (NR 6):** Equipamento de Proteção Individual (EPI). Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>. Acesso em: 19 fev. 2024.

RANDENIYA, N. et al. Virtual Reality Based Maintenance Training Effectiveness Measures – a Novel Approach for Rail Industry. In: 2019, 2019 IEEE 28th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). [S. I.: s. n.] p. 1605–1610. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ISIE.2019.8781351>. Acesso em: 25 Mai. 2024.

REIS, Paulo Roberto Jansen Dos et al. **Uma Aplicação Imersiva de Realidade Virtual para Treinamento Colaborativo de Operadores de Sistemas Elétricos**. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore-ieee-org.ez120.periodicos.capes.gov.br/document/7300736/authors>. Acesso em: 19 set. 2023.

ROURET, Martin et al. An efficient workflow for virtual reality simulation of maintenance tasks in IFMIF-DONES. Progress in Nuclear Energy, [S. I.], v. 160, p. 104681, 2023. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2023.104681>

SILVA, João Vitor Fernandes de Azevedo et al. Explorando A Realidade Virtual Como Ferramenta De Capacitação Em Ambientes Perigosos Ou De Difícil Acesso. In: LI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2023, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=23&c=4507 . Acesso em: 22 fev. 2024.

VIEIRA, Leandro Roberto Vaz. **Treinamento de segurança do trabalho na indústria: comparação entre os métodos de realidade virtual e tradicional em sala de aula**. 2022. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Biomédica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29689> . Acesso em: 23 set. 2023.

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL REALITY SIMULATOR FOR SAFETY TRAINING AND RISK MANAGEMENT IN RAILWAY WAGON REPAIR FACILITY

Abstract: *To ensure that maintenance professionals perform their activities efficiently and safely, it is essential that they receive adequate training. Some proposals for training using virtual reality have emerged to complement conventional training or even to replace the traditional model, which involves an instructor and trainees in a classroom setting. This is because virtual reality allows for training in a safe, flexible environment with high participant engagement. Therefore, this study proposes the development of a virtual reality simulator to train students and professionals in the area of safety and risk management in wagon repair facility. The development of the simulator required computational modeling, programming, and implementation in the game engine using software such as Blender and Godot Engine. The results showed that the simulator possesses suitable characteristics to be used as an educational tool, notably its ability to provide immediate feedback, offer immersion and realism, generate engagement and motivation for users, and allow for the monitoring of trainee's assessments.*

Keywords: Virtual reality; Occupational safety; Active Learning.

