

## Desenvolvimento de Subestação de Energia Elétrica em Ambiente de Realidade Virtual para Utilização em Aulas de Engenharia Elétrica

**João Marcelo Costa Miranda**<sup>1</sup>; Márcio Renê Brandão Sousa<sup>2</sup>; Frederico Ramos Cesário<sup>2</sup>; <sup>1</sup> Graduando em Engenharia da Computação. Iniciação científica - Senai Cimatec; joao.miranda@aln.senaicimatec.edu.br

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; [marcio.soussa@fieb.org.br](mailto:marcio.soussa@fieb.org.br); [fredericoc@fieb.org.br](mailto:fredericoc@fieb.org.br)

### RESUMO

No contexto educacional, o uso de tecnologias imersivas está revolucionando a forma como os alunos aprendem e absorvem informações. Ao proporcionar ambientes virtuais que replicam situações do mundo real, os educadores podem oferecer experiências práticas e envolventes que complementam o ensino tradicional. Este projeto visou desenvolver um simulador educativo em realidade virtual (RV) de uma subestação elétrica, utilizando o Unity e o Blender. A integração da gamificação com a RV permitiu uma experiência imersiva e segura para os alunos praticarem habilidades operacionais em uma subestação elétrica. Os resultados destacaram a eficácia do simulador em transmitir conceitos complexos de forma envolvente e significativa. Conclui-se que a combinação de tecnologia avançada e metodologias de ensino inovadoras pode melhorar significativamente a educação em engenharia elétrica, fornecendo uma ferramenta educacional eficaz e transformadora.

**PALAVRAS-CHAVE:** Subestação elétrica, Realidade virtual, Unity.

### 1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico das últimas décadas têm causado impactos significativos no mercado de trabalho. Esses desenvolvimentos possibilitam a integração da tecnologia da informação com as indústrias e seus processos. No entanto, os benefícios dos progressos tecnológicos também são de notória importância para a qualificação adequada dos indivíduos situados no âmbito profissional, visto que os mesmos constituem funções vitais para o meio de produção (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2019).

Diante disso, Braga (2001) explora o relacionamento entre realidade virtual (RV) e a educação, afirmando que a RV pode ser uma ferramenta importante para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. No setor elétrico, Silva (2012) alerta para a evidente demanda por profissionais capacitados para operações em subestações elétricas, que por sua vez, possuem esse processo de treinamento extremamente lento e complexo. Por outro lado, a utilização da RV como instrumento educacional oferece uma abordagem inovadora e avançada para o treinamento, proporcionando uma experiência imersiva que pode acelerar o aprendizado e melhorar a retenção de conhecimento. Ao conectar esses dois contextos, fica evidente que a RV pode ser uma solução eficaz para atender essa demanda, oferecendo um método de treinamento mais eficiente e acessível e se tornando superior às ferramentas de estudo tradicionais, culminando no objetivo deste projeto.

Assim, Molinari (2022) propõe uma abordagem para os estudantes terem a oportunidade de realizar atividades práticas em uma subestação simulada dentro de um ambiente de realidade virtual, oferecendo uma experiência imersiva, interativa e segura. Essa abordagem inovadora não apenas oferece uma alternativa segura para o aprendizado prático, mas também promove uma maior interação entre alunos e professores, incentivando a colaboração e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a prática profissional na área da engenharia elétrica. Além disso, a introdução de elementos gamificados visa tornar o processo de aprendizado mais envolvente e estimulante, aumentando o engajamento dos usuários, conforme descrito por Oliveira (2019) onde também aumenta a retenção de conhecimento ao estimular a curiosidade, a exploração e a resolução de problemas de forma ativa e interativa.

Portanto, este projeto visa criar e avaliar uma aplicação em realidade virtual (RV) ambientado em uma subestação de energia elétrica, de forma que auxilie no aprendizado de alunos do curso de engenharia elétrica..

### 2. METODOLOGIA

O trajeto metodológico deste projeto teve início com pesquisas bibliográficas sobre as diferenças entre realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA) e de que forma esses modelos imersivos podem

ser usados como ferramenta de aprendizado. Posteriormente, foi escolhida a ferramenta mais adequada ao projeto, sendo decidido o Unity como o condutor fundamental da criação do simulador. A partir de então, a equipe deu início ao processo de modelagem 3D detalhada de uma subestação elétrica, desde a sua aparência externa até os seus componentes internos para garantir uma representação fiel e realista do ambiente. Ademais, foram implementados efeitos visuais e sonoros para cada interação do usuário com o ambiente tendo em vista uma experiência imersiva.

Tendo isso em vista, também foi integrado um óculos de realidade virtual à simulação de modo que o usuário pudesse realizar as tarefas dentro da subestação, como manipular objetos e locomoção, de forma natural. Após estabelecer a estrutura da simulação, a equipe concentrou-se em integrar elementos gamificados e interativos para enriquecer a experiência de aprendizado. Isso envolveu a criação de desafios, assim como o fornecimento de feedback instantâneo sobre as ações dos usuários.

Durante a semana da computação de 2023, os estudantes tiveram a oportunidade de testar a aplicação e espera-se, em seguida, a sua utilização em sala de aula do curso de engenharia elétrica com o intuito de avaliar a capacidade pedagógica da aplicação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

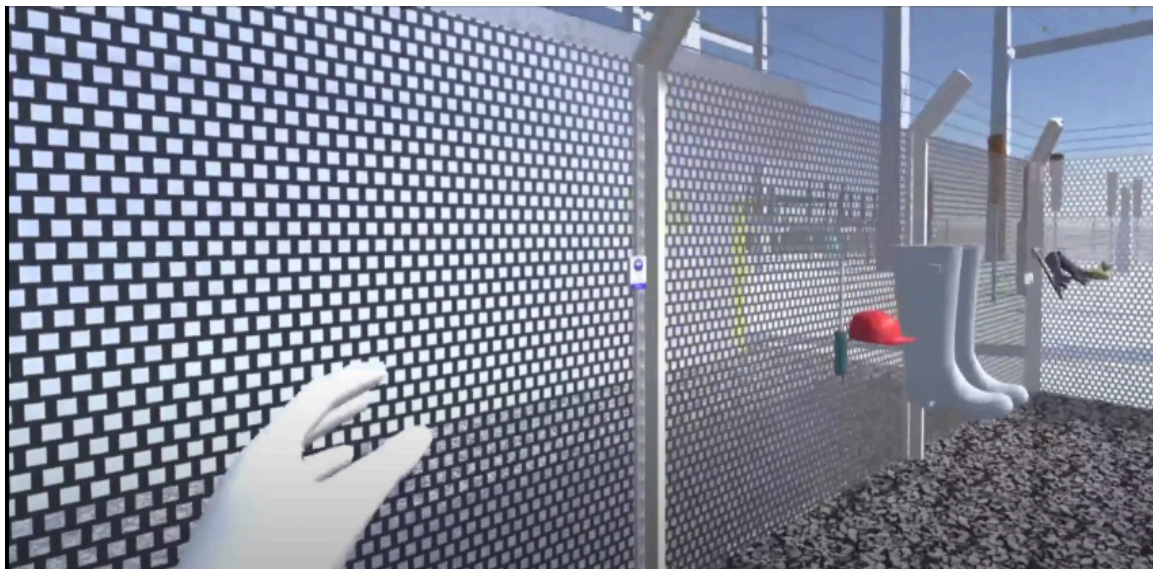
OA existência de uma grande diferença entre realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV) apontada pela pesquisa bibliográfica realizada para apoiar este projeto forneceu uma grande base teórica para o desenvolvimento do mesmo. Apesar de o objetivo de proporcionar imersão digital ser compartilhado pelos dois modelos, as notórias discrepâncias entre esses dois objetos de estudo, determinaram a RV como melhor opção para simulação de uma subestação elétrica. Considerando a complexidade das operações em subestações elétricas e a importância de familiarizar os estudantes com o ambiente real de trabalho, essa escolha de utilização do modelo RV permitiu a criação de uma simulação que reproduz fielmente os elementos encontrados em uma subestação, proporcionando aos estudantes uma experiência imersiva e segura para praticar e aprimorar suas habilidades, sem expô-los aos riscos associados ao manuseio direto de equipamentos elétricos de alta tensão.

Após as pesquisas bibliográficas e a decisão dos softwares a serem utilizados, o projeto deu o seu início com a modelagem do ambiente 3D. A partir do Unity e a ferramenta própria Probuilder foi possível iniciar os primeiros modelos 3D *placeholders* de uma subestação elétrica e um rascunho do que viria ser o simulador em seu estado final. No decorrer do projeto, os modelos 3D foram evoluindo por meio da migração da ferramenta integrada ao Unity para o Blender, um software especializado em construção de modelos 3D realistas e amplamente usado no mercado. No entanto, essa migração não ocorreu sem seus desafios. Um dos principais obstáculos enfrentados pela equipe foi a adaptação das texturas dos modelos 3D criados no Blender para o Unity. Como os dois softwares têm abordagens diferentes para a aplicação e renderização de texturas, surgiram complicações na compatibilidade e na aparência final dos modelos no ambiente de simulação. Apesar desses contratemplos, a equipe encontrou soluções para resolver o processo de importação e renderização de modelos 3D do Blender no Unity, garantindo uma transição suave e preservando a qualidade visual e técnica dos modelos.

Após a conclusão da modelagem da subestação elétrica, a equipe direcionou seu foco para o desenvolvimento da "gamificação" do simulador de forma paralela a implementação da realidade virtual (RV) compatível com diferentes óculos, incluindo o HTC VIVE. Nessa etapa, foram desenvolvidos diversos elementos de jogos eletrônicos como um *timer* que conta o tempo da triagem no simulador, enquanto a integração do RV acrescentava uma camada adicional de imersão à experiência educativa.

Dessa forma, foi projetado um menu interativo em RV, onde o usuário da aplicação é convidado a inserir seu nome antes de começar a experiência. Ao entrar na simulação, o usuário se encontra diante da subestação elétrica virtual e é desafiado a escolher os equipamentos de proteção individual (EPIs) corretos (figura 1) para acessar a área. Caso faça escolhas incorretas, "perde" o jogo, enquanto recebe instruções sobre a importância dos EPIs e o trajeto é reiniciado.

Figura 1: EPIs



Fonte: Própria

Caso escolha os EPIs corretamente, o usuário estará apto a entrar na subestação e realizar uma manobra operacional. Ele deve desligar o disjuntor e operar uma alavanca de maneira adequada. Se executar as tarefas corretamente, é apresentada uma tela de vitória, exibindo seu nome e em quanto tempo realizou a operação, promovendo uma atmosfera lúdica e competitiva. No entanto, se cometer erros durante o jogo, é confrontado com consequências simuladas, como "morrer eletrocutado" dentro do jogo, acompanhadas por explicações sobre os perigos associados a determinadas ações dentro da subestação.

Caso a manobra seja efetuada da maneira correta, é apresentado ao usuário uma tela de vitória onde estará escrito o seu nome e em quanto tempo ele realizou o percurso da simulação. Isso adiciona uma porção de competitividade e gamificação ao simulador, assim como um incentivo a jogar novamente.

A implementação do RV acrescenta uma camada adicional de imersão à experiência, proporcionando aos estudantes uma sensação mais vívida de estar dentro de uma subestação elétrica real. Isso não apenas aumenta o engajamento dos usuários, mas também cria um ambiente de aprendizado mais envolvente e memorável. Assim, essa abordagem integrada de gamificação e RV não apenas oferece uma maneira segura e eficaz de aprender sobre operações em subestações elétricas, mas também torna o processo educativo estimulante e cativante para os alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos abordados.

Após a experiência dos estudantes com o simulador durante a semana de computação de 2023, surgiu a ideia de conduzir, em um futuro breve, uma pesquisa quantitativa por meio de um questionário para avaliar o impacto do simulador no aprendizado deles. Esse tipo de pesquisa pode fornecer *insights* valiosos sobre a eficácia do simulador em atingir os objetivos educacionais propostos e ajudar a identificar áreas de melhoria para futuras iterações do projeto.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que este projeto possui um potencial transformador da tecnologia na educação. A transição da modelagem inicial no Unity para o Blender representou um marco importante na busca pela fidelidade visual e técnica da representação da subestação elétrica virtual. Embora tenha apresentado desafios, essa mudança permitiu uma maior precisão nos detalhes e uma experiência mais imersiva para os alunos.

A integração da gamificação e da realidade virtual trouxe uma nova dimensão ao processo de aprendizado, buscando promover o engajamento dos usuários e facilitando a compreensão de conceitos abstratos. Através do uso de jogos interativos e simulações realistas, é possível explorar e experimentar os princípios de operação de subestações elétricas de uma forma segura e dinâmica.

Em última análise, este projeto exemplifica o poder da colaboração interdisciplinar e da inovação tecnológica na criação de experiências de aprendizado significativas e transformadoras. Na etapa final do projeto, busca-se a testagem da aplicação em salas de aula e aplicação de formulários para coleta e análise de dados da eficácia da ferramenta como forma de aprendizado. Caso venhamos obter resultados satisfatórios, talvez possamos inferir o potencial e valor do simulador como ferramenta pedagógica para um ambiente educacional..

## 5. REFERÊNCIAS

SILVA, Vander; KOVALESKI, João; PAGANI, Regina. **Competências bases para o trabalho humano na Indústria 4.0**. Revista Foco, São Paulo , 2019.

SILVA, Reginaldo. **VIRTUAL SUBSTATION. Um sistema de Realidade Virtual para treinamento de operadores de subestações elétricas**. 2012. (Dissertação) - Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica. Uberlândia, 2012.

MOLINARI, Felipe. **Desenvolvimento de um simulador utilizando Realidade Virtual para treinamento profissional de operadores de Subestações Elétricas**. 2022. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto , Departamento de Computação e Sistemas. João Monlevade, 2022.

OLIVEIRA, Dione Wellington Soares de. **Uso da realidade virtual na educação básica : as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem nas escolas**. 2019. TCC (Graduação) Lato Sensu em Informática na educação. Instituto federal do Espírito Santo. Vitória, 2019.

BRAGA, Mariluci. **Realidade Virtual e Educação**. Revista de Biologia e Ciências da Terra [em linha]. 2001, 1(1), 0[fecha de Consulta 10 de Outubro de 2023]. ISSN: 1519-5228. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50010104>.

