

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

MARCOS PAULO DIAS CANDIDO

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCACIONAL PARA ENSINO DE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

**ITUMBIARA – GO
2025**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Marcos Paulo Dias Candido

Matrícula: 20181040070176

Título do Trabalho: Desenvolvimento de um Jogo Educacional para Ensino de Instalações Elétricas

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 09/07/2025.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

MARCOS PAULO DIAS CANDIDO

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCACIONAL PARA ENSINO DE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,
câmpus Itumbiara como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de
Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Ma. Thaissa de Melo
Cesar

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C217d Cândido, Marcos Paulo Dias

Desenvolvimento de um Jogo Educacional para Ensino de Instalações Elétricas.
Marcos Paulo Dias Cândido -- Itumbiara, 2025.

49p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2025.

Orientador: Prof^a. M^a. Thaissa de Melo Cesar.

1. Jogos educativos. 2. Instalações elétricas. 3. Ensino técnico. I. Título. II. Cesar,
Thaissa de Melo. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 371.397

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Biblioteca Maria Gabriela Pacheco
Pardey / Câmpus Itumbiara Bibliotecário: Marla de Souza Correia CRB-1/3011



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

Termo de Aprovação

Marcos Paulo Dias Cândido

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCACIONAL PARA ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 24 de junho de 2025, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Me. Thaissa de Melo Cesar - Orientadora

Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Prof. Dr. Ghunter Paulo Viajante - Membro interno

Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Prof. Dr. Marcos Antônio Arantes de Freitas - membro interno

Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Itumbiara – GO

2025

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcos Antonio Arantes de Freitas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/06/2025 18:33:11.
- **Ghunter Paulo Viajante**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/06/2025 18:23:58.
- **Thaissa de Melo Cesar**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/06/2025 17:45:19.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/06/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 659658

Código de Autenticação: 7486628124



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Avenida Furnas, nº 55, 55, Bairro Village Imperial, ITUMBIARA / GO, CEP 75524-010
(64) 2103-5612 (ramal: 5612)

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um jogo educacional voltado para o ensino de instalações elétricas residenciais, buscando tornar o processo de aprendizagem mais interativo e acessível. A justificativa para o projeto baseia-se na dificuldade encontrada por estudantes e iniciantes da área em compreender conceitos elétricos por meio de métodos tradicionais, muitas vezes teóricos e pouco envolventes. O objetivo principal foi criar uma ferramenta digital que permitisse aos jogadores aprenderem sobre conexões elétricas de forma lúdica, aplicando princípios da gamificação para aumentar o engajamento e a retenção do conhecimento. O jogo foi desenvolvido com a engine Unity e a linguagem C#, adotando um modelo iterativo que permitiu ajustes e melhorias ao longo do processo. O jogo, intitulado *Distorção*, apresenta uma abordagem diferenciada ao unir conceitos técnicos com uma narrativa imersiva de suspense, na qual o jogador assume o papel de um eletricista encarregado de reparar conexões elétricas defeituosas enquanto enfrenta uma entidade paranormal. A mecânica central envolve a conexão correta de fios em tomadas, interruptores e lâmpadas, seguindo normas técnicas reais. Elementos como desafios baseados em tempo, feedback visual imediato e um ambiente interativo foram implementados para reforçar o aprendizado e aumentar a imersão. Para avaliar a eficácia dos jogos como ferramenta de ensino, foi feita uma pesquisa bibliográfica envolvendo *serious games*. O produto final indicou que a gamificação pode ser uma estratégia eficiente para o ensino de eletricidade, proporcionando maior interesse e envolvimento dos participantes em comparação com métodos convencionais. Conclui-se que jogos educativos podem ser ferramentas valiosas no aprendizado de conceitos técnicos, sugerindo que futuros aprimoramentos e expansões do jogo possam ampliar ainda mais seu impacto educacional.

Palavras-chave: Jogos educacionais. Instalações elétricas. Gamificação. Ensino técnico.

ABSTRACT

This work presents the development of an educational game aimed at teaching residential electrical installations, seeking to make the learning process more interactive and accessible. The project is justified by the difficulties that students and beginners in the field face in understanding electrical concepts through traditional methods, which are often theoretical and not very engaging. The main objective was to create a digital tool that allows players to learn about electrical connections in a playful way, applying gamification principles to increase engagement and knowledge retention. The game was developed using the Unity engine and the C# programming language, following an iterative model that enabled adjustments and improvements throughout the process. The game, titled *Distorção*, presents a unique approach by combining technical concepts with an immersive suspense narrative, in which the player takes on the role of an electrician tasked with repairing faulty electrical connections while dealing with a paranormal entity. The core mechanics involve correctly connecting wires in outlets, switches, and light fixtures, following real technical standards. Elements such as time-based challenges, immediate visual feedback, and an interactive environment were implemented to reinforce learning and enhance immersion. To evaluate the effectiveness of the game as a teaching tool, a bibliographical research was carried out involving serious games. The final product indicated that gamification can be an efficient strategy for teaching electricity, providing greater interest and engagement compared to conventional methods. It is concluded that educational games can be valuable tools for learning technical concepts, suggesting that future improvements and expansions of the game could further increase its educational impact.

Key-Words: Educational games. Electrical installations. Gamification. Technical education.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Development Environment
NBR	Norma Brasileira
NPC	Non Playable Character

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Contextualização	9
1.2 Problematização	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Justificativa	11
1.5 Estrutura do Trabalho	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Conceitos de instalações elétricas	12
2.1.1 Princípios Básicos de Eletricidade	12
2.1.2 Simbologia Elétrica e Normativas	13
2.1.3 Conexões de Interruptores, Tomadas e Lâmpadas	14
2.2 Jogos educacionais e teoria de engajamento	17
2.2.1 Definição e Importância	17
2.2.2 Exemplos de Jogos Educacionais	18
2.2.3 Legado	20
2.2.4 Teoria de engajamento em jogos	20
2.3 Estudos de caso e exemplos de jogos educacionais	21
2.3.1 Jogos Educacionais Relacionados a Áreas Técnicas	21
3 METODOLOGIA	22
3.1 Tipo de Pesquisa	22
3.2 Desenvolvimento do Jogo	22
3.2.1 Ferramentas de Desenvolvimento	22
3.2.2 Modelo de Desenvolvimento	23
3.2.3 Fontes de Conteúdo Técnico	23
3.2.4 Elementos de Engajamento	24
3.2.5 Ferramentas para Gerenciamento do Projeto	24
3.2.6 Aplicação e Impacto Pedagógico	25
4 DESENVOLVIMENTO DO JOGO	26
4.1 Descrição Geral	26
4.2 Estrutura do Jogo	26
4.3 Referências de Design e Decisões de Mecânica	27
4.4 Mecânicas e Funcionalidades	27
4.5 Ambientação e Interface	28
4.6 Modelos 3D utilizados	30
4.7 Aspectos Técnicos	38
4.7.1 Engine e Linguagem de Programação	38
4.7.2 Implementação das Mecânicas	38
4.7.3 Desafios Técnicos	40
4.7.4 Testes e Refinamento	42

5 CONCLUSÃO	44
5.1 Conclusões	44
5.2 Trabalhos Futuros	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A educação desempenha um papel essencial no desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas fundamentais para a vida cotidiana e para o mercado de trabalho. Ela permite que os indivíduos adquiram competências necessárias para analisar e avaliar criticamente informações, além de promover a capacidade de aprendizagem contínua ao longo da vida (BRASIL ESCOLA, 2024). No contexto das instalações elétricas residenciais, a necessidade de compreender conceitos básicos, como a conexão de interruptores, tomadas, lâmpadas e a simbologia elétrica, torna-se evidente tanto para profissionais da área quanto para qualquer pessoa interessada em compreender melhor a estrutura elétrica de sua própria residência.

O método de ensino teórico, embora possa ser eficaz para determinados públicos, pode não ser atrativo para todos os alunos, especialmente aqueles que aprendem melhor por meio da experimentação e da prática. Além disso, muitos conteúdos são apresentados de forma complexa e sem uma aplicação prática imediata, o que pode gerar desmotivação e dificuldades na aprendizagem. A falta de materiais interativos e acessíveis também contribui para uma lacuna no aprendizado, tornando o ensino de conceitos elétricos um desafio para educadores e estudantes (MATTOS et al., 2020).

Nesse contexto, os jogos educativos surgem como uma alternativa promissora para tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente. A gamificação, que consiste na aplicação de elementos de jogos em contextos fora dos jogos, tem se mostrado uma abordagem eficaz para aumentar o interesse dos alunos, melhorar a retenção do conhecimento e proporcionar experiências mais imersivas. Estudos apontam que os jogos podem facilitar o entendimento de conceitos complexos por meio da interação e da resolução de desafios práticos, permitindo que os jogadores aprendam de maneira intuitiva e gradual (ABENGE, 2021). Além disso, estudos demonstram que a integração de jogos e ambientes virtuais no ensino técnico tem potencial para melhorar a retenção de conhecimento e promover experiências mais imersivas para os alunos, tornando o aprendizado mais envolvente e dinâmico (CALLAGHAN et al., 2013).

Diante dessa perspectiva, o desenvolvimento de um jogo educativo sobre instalações elétricas residenciais apresenta-se como uma solução inovadora para abordar essa temática de forma mais acessível e interessante. O jogo proposto será projetado com o objetivo de ensinar conceitos fundamentais de maneira interativa, utilizando desafios e mecânicas lúdicas para estimular a aprendizagem e o engajamento dos jogadores. A proposta visa não apenas oferecer um recurso complementar ao ensino tradicional, mas também criar uma experiência de aprendizado mais envolvente, que possibilite ao jogador compreender, de forma prática e divertida, como funcionam as conexões elétricas residenciais.

1.2 Problematização

A eficácia do ensino tradicional de disciplinas como instalações elétricas pode ser questionada devido à sua abordagem predominantemente teórica e pouco interativa. Leary (2012) aponta que o aprendizado baseado em problemas (PBL), que é uma metodologia ativa, centrada no aluno, é frequentemente comparado ao ensino tradicional, que é centrado no professor e baseado em aulas expositivas, onde os alunos são receptores passivos de informação, a fim de analisar qual apresenta maior eficácia. Enquanto agentes passivos, alunos podem enfrentar dificuldades para visualizar e compreender conceitos como a diferença entre os condutores e a conexão de interruptores tornando o aprendizado desmotivador e menos eficiente. Nesse sentido, surge a seguinte questão central desta pesquisa: Como um jogo digital pode auxiliar no ensino de instalações elétricas residenciais?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um jogo educacional voltado para o público de jogadores casuais que ensina conceitos de instalações elétricas, sem a exigência de conhecimento técnico prévio sobre o tema, utilizando elementos de engajamento presentes em jogos, com intuito de despertar e manter o interesse, bem como promover a aprendizagem dos jogadores.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um jogo *single player* para computador;

- Elaborar o design do jogo, incluindo a definição de personagens, cenários e mecânicas de jogo;
- Programar e implementar o jogo utilizando uma plataforma apropriada de desenvolvimento de jogos;
- Integrar conteúdos educativos relacionados a instalações elétricas dentro da narrativa e das mecânicas do jogo;
- Analisar teorias de engajamento e sua aplicação no aumento do interesse dos jogadores.

1.4 Justificativa

A escolha do tema se justifica pela importância do conhecimento sobre instalações elétricas, tanto para profissionais da área quanto para pessoas que desejam compreender circuitos elétricos residenciais. Apesar da relevância do assunto, há uma carência de materiais didáticos interativos que auxiliem no ensino desse conteúdo, especialmente para aqueles que possuem dificuldade em aprender por meio de métodos tradicionais.

Além disso, a gamificação tem se mostrado uma abordagem eficaz para aumentar o engajamento dos alunos, especialmente em áreas técnicas como a engenharia elétrica (AYAZ et al., 2023). Ao aplicar essa abordagem ao ensino de instalações elétricas, busca-se criar um recurso inovador que torne o aprendizado mais acessível, interessante e dinâmico.

Há indícios de que a escolaridade tem um impacto significativo no desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos. Segundo Carlsson et al. (2014), o aumento no tempo de exposição a conteúdos educacionais pode melhorar o desempenho em testes de inteligência cristalizada, como sinônimos e compreensão técnica, enquanto a inteligência fluida é mais influenciada pelo fator etário. Isso sugere que a introdução de jogos educacionais pode atuar como um reforço ao aprendizado técnico, facilitando a retenção do conhecimento.

Outro fator relevante é a possibilidade de ampliar o alcance do ensino de instalações elétricas por meio de um jogo digital. Muitas pessoas que não têm acesso a cursos formais podem utilizar o jogo como uma introdução prática e divertida ao tema, o que pode incentivar a busca por um conhecimento mais

aprofundado. Dessa forma, o projeto contribui não apenas para a educação formal, mas também para a disseminação de informações fundamentais para o cotidiano.

Assim, o desenvolvimento de um jogo educativo sobre instalações elétricas preenche uma lacuna existente no ensino desse tema e apresenta um grande potencial para auxiliar estudantes, professores e entusiastas da área. A proposta combina conhecimento técnico com uma abordagem lúdica, tornando o processo de aprendizagem mais eficaz e estimulante.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, descritos a seguir:

1. **Introdução** - Apresenta o contexto, a problematização, a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho.
2. **Revisão de Literatura** - Aborda os conceitos de instalações elétricas, jogos educacionais, teorias de gamificação e estudos de caso relevantes.
3. **Metodologia** - Descreve o processo de desenvolvimento do jogo, incluindo ferramentas, tecnologias e teorias aplicadas.
4. **Desenvolvimento do Jogo** - Detalha o design, a implementação e os principais desafios enfrentados durante o desenvolvimento.
5. **Conclusão** - Resume os principais resultados, discute as contribuições do trabalho e propõe sugestões para estudos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceitos de instalações elétricas

As instalações elétricas são essenciais para o funcionamento de edificações, garantindo a distribuição segura e eficiente da energia elétrica. Para compreender o seu funcionamento, é fundamental abordar os conceitos básicos de eletricidade, a simbologia adotada nas representações de circuitos e as normas que regulamentam sua execução. Além disso, a correta conexão de interruptores, tomadas e lâmpadas é indispensável para a segurança e eficiência dos sistemas elétricos.

2.1.1 Princípios Básicos de Eletricidade

A eletricidade é a base das instalações elétricas e pode ser definida como o fluxo ordenado de cargas elétricas através de um condutor. Os principais conceitos que fundamentam as instalações elétricas incluem:

- **Tensão elétrica (V)** - também conhecida como diferença de potencial, é a força responsável por impulsionar os elétrons em um circuito, medida em volts (V).
- **Corrente elétrica (A)** - representa o fluxo de elétrons em um condutor e é medida em amperes (A). Pode ser classificada em corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA).
- **Resistência elétrica (Ω)** - é a oposição ao fluxo de corrente elétrica em um material, medida em ohms (Ω). A resistência determina a quantidade de energia dissipada na forma de calor.
- **Potência elétrica (W)** - indica a quantidade de energia consumida ou gerada por um equipamento elétrico, medida em watts (W).

A relação entre esses elementos é definida pela **Lei de Ohm**, expressa por:

$$V = R * I \quad (1)$$

Onde V é a tensão, R é a resistência e I é a corrente elétrica (ALEXANDER; SADIKU, 2013).

2.1.2 Simbologia Elétrica e Normativas

A simbologia elétrica é um recurso essencial para a representação gráfica dos componentes de um projeto elétrico. Os diagramas elétricos utilizam símbolos padronizados para facilitar a leitura e interpretação dos circuitos pelos profissionais da área.

No Brasil, as normas técnicas que regulamentam as instalações elétricas são estabelecidas pela **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**. A principal norma aplicável às instalações elétricas de baixa tensão é a **NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão**, que define os requisitos de segurança, dimensionamento e execução dos circuitos elétricos em edificações residenciais, comerciais e industriais.

Além da NBR 5410, outras normativas importantes incluem:

- **NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade:** estabelece diretrizes para proteção dos trabalhadores que atuam com eletricidade.
- **NBR 5444 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais:** define a simbologia utilizada em projetos elétricos. Apesar dessa norma não estar mais vigente desde 2014, ela ainda é uma referência para simbologia elétrica residencial, devido à sua facilidade de compreensão e à falta de uma norma substituta que tenha a mesma popularidade.

A utilização correta das normas e simbologias contribui para a padronização dos projetos e a segurança das instalações elétricas.

2.1.3 Conexões de Interruptores, Tomadas e Lâmpadas

Os componentes básicos de uma instalação elétrica incluem interruptores, tomadas e lâmpadas, que devem ser conectados de acordo com normas técnicas para garantir funcionalidade e segurança.

- **Interruptores** - dispositivos utilizados para abrir ou fechar um circuito elétrico. Os mais comuns são os interruptores simples, paralelos (three-way) e intermediários (four-way), que permitem o acionamento de uma lâmpada a partir de diferentes pontos. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2025)
- **Tomadas** - conectores que permitem a ligação de equipamentos elétricos à rede elétrica. No Brasil, o padrão de tomada adotado é o de três pinos, conforme a **NBR 14136**. (INMETRO, 2025)
- **Lâmpadas** - dispositivos que convertem energia elétrica em luz. Podem ser incandescentes, fluorescentes ou de LED, sendo estas últimas as mais eficientes e duráveis.

A correta fiação e disposição desses elementos é fundamental para evitar riscos como curtos-circuitos e sobrecargas. O dimensionamento adequado dos condutores elétricos, a utilização de dispositivos de proteção (disjuntores e fusíveis) e o aterramento são práticas recomendadas para garantir a segurança das instalações.

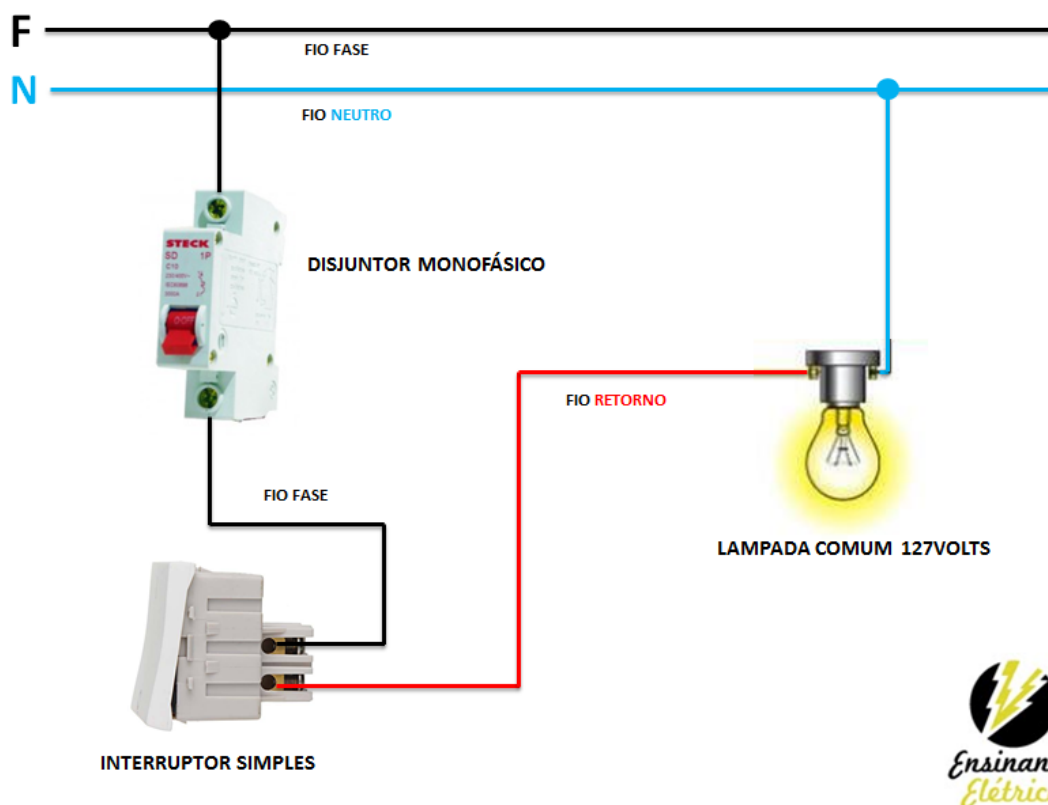
Para correta conexão destes dispositivos, é essencial conseguir identificar os tipos de condutores presentes na caixa de passagem daquele componente. Para isso, utiliza-se uma **Convenção de cores para identificação de funções dos condutores**.

Conforme a norma técnica NBR 5410, os condutores devem ser identificados de acordo com sua função: fase, terra, neutro, retorno. Essa identificação pode ser feita por escrito ou através de cores que podem estar presentes em abraçadeiras ou na isolamento do próprio condutor.

- Neutro: azul claro.
- Terra: verde, ou amarelo com verde.
- Fase e retorno: qualquer uma das demais cores, embora seja comum usarem as cores vermelho, preto ou marrom.

A Figura 1, apresenta um esquema de ligação de um interruptor simples:

Figura 1 - Esquema de ligação do interruptor simples



Fonte: Ensinando Elétrica. (2025)

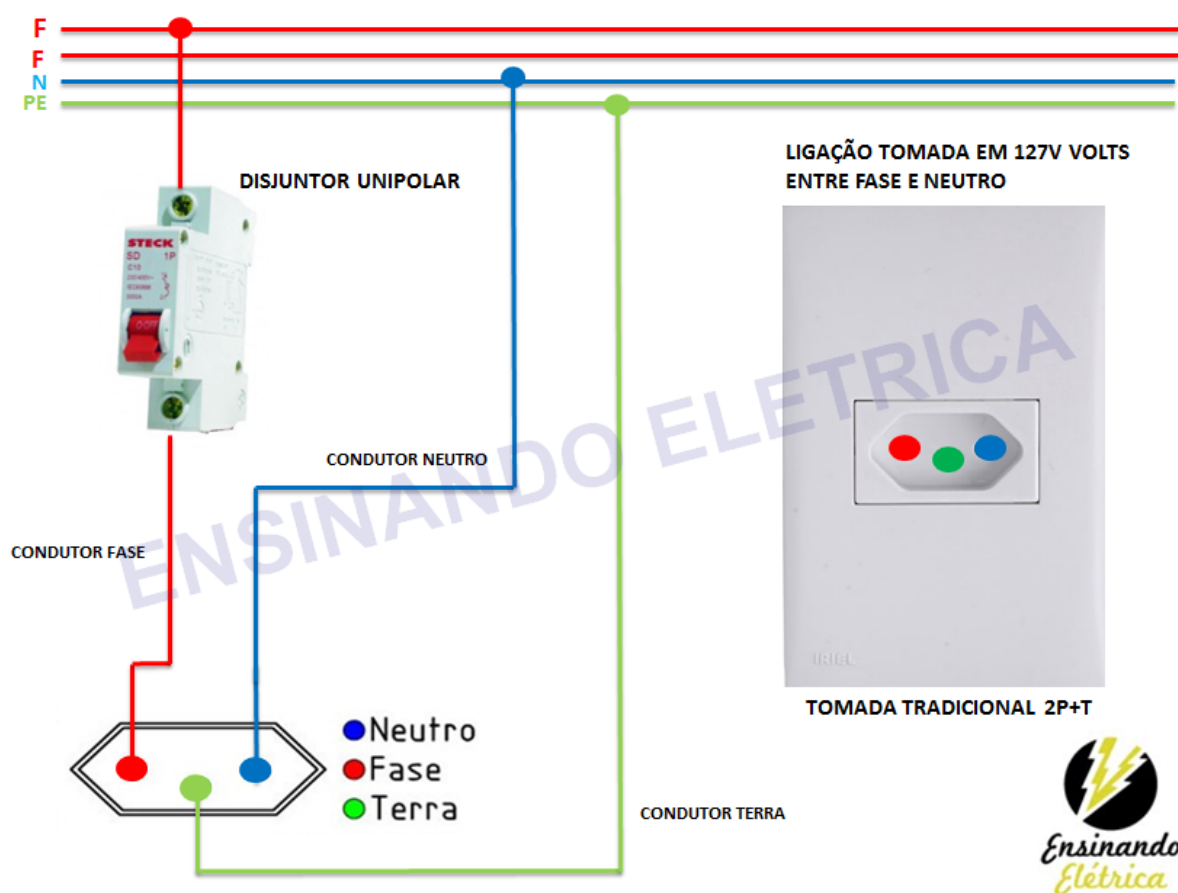
O interruptor simples possui dois terminais para conexão dos condutores, sem uma polaridade específica. Em um terminal é conectado o fio fase, e no outro o

retorno (WEG, [s.d.], p.27). A fase deve ser ligada ao interruptor, e não diretamente à lâmpada, por uma questão de segurança e boa prática, evitando fuga de corrente e reduzindo o risco de choque elétrico durante a troca da lâmpada.

O soquete da lâmpada também possui dois terminais, sem polaridade. Em um é conectado o fio de retorno, e no outro o neutro.

A Figura 2 apresenta o esquema de ligação de uma tomada:

Figura 2 - Esquema de ligação de tomada



Fonte: Ensinando Elétrica. (2025)

No exemplo, a configuração da concessionária de energia elétrica é fase-neutro 127 V. O módulo de tomada possui três terminais de conexão de condutores, sendo necessário também a conexão do condutor **terra** para proteção contra fuga de corrente ou defeitos no equipamento elétrico conectado à tomada. E diferentemente do interruptor, existe uma posição específica para cada um desses condutores.

A letra N indica a posição do condutor **neutro**, e o símbolo de aterramento para o **terra**, conforme mostra a Figura 3.

É através de simbologias que o eletricitista é capaz de identificar a forma correta de realizar a instalação. A antiga ABNT NBR 5444 destaca que a simbologia elétrica é fundamental para a representação gráfica de projetos elétricos, facilitando a interpretação e a execução de instalações elétricas de forma segura e eficiente.

Figura 3 - Módulo de tomada



Fonte: Telhanorte. (2025)

2.2 Jogos educacionais e teoria de engajamento

2.2.1 Definição e Importância

Jogos educacionais são ferramentas projetadas para facilitar o aprendizado por meio da ludicidade e da interatividade. Eles combinam aspectos pedagógicos com elementos de entretenimento, criando uma experiência que promove tanto a aquisição de conhecimento quanto a motivação dos participantes.

Estudos demonstram que jogos educacionais podem melhorar a retenção de informações, a resolução de problemas e o pensamento crítico. O aprendizado

através de jogos tende a ser mais eficaz, pois engaja emocionalmente o estudante, promovendo maior participação ativa no processo de ensino.

Além disso, o desenvolvimento de habilidades é um fator crucial para aumentar a produtividade e a empregabilidade. A falta de acesso à educação e ao treinamento de qualidade mantém grande parte da força de trabalho em empregos de baixa produtividade, perpetuando ciclos de pobreza. Políticas que promovam a formação técnica e a capacitação contínua são essenciais para preparar os trabalhadores para as demandas do mercado de trabalho moderno. A integração de programas de empreendedorismo também pode auxiliar a transformar trabalhadores autônomos em empregadores, gerando mais oportunidades de emprego e impulsionando o crescimento econômico (SANGHI; SRIJA, 2015).

2.2.2 Exemplos de Jogos Educacionais

Atualmente, é possível notar que existe um esforço crescente no sentido de aprimorar a educação por meio do desenvolvimento de softwares e jogos. Callaghan et al. (2017), por exemplo, desenvolveram o jogo **Circuit Warz**, que utiliza mecânicas de jogos para ensinar conceitos de engenharia elétrica de forma interativa.

Além disso, alguns jogos educacionais alcançaram destaque significativo no mercado, como:

- **Minecraft**: utilizado para ensinar conceitos de matemática, ciências, arquitetura e mais.
- **SimCity**: voltado para o ensino de planejamento urbano e gestão de recursos.
- **Car Mechanic Simulator**: simulador que ensina conceitos de mecânica e manutenção de automóveis.

Um jogo que merece destaque na área de jogos educativos é o *Minecraft*. Considerado um dos jogos mais populares e influentes da história dos *videogames*, ele permite que os jogadores explorem, construam, combatam e sobrevivam em um mundo gerado proceduralmente a partir de blocos.

Além de contar com modos voltados exclusivamente ao entretenimento, o *Minecraft* também oferece diversos elementos que o tornam capaz de transmitir temas complexos aos seus jogadores.

Em seu modo de jogo *Survival* (Sobrevivência):

- O jogador deve coletar recursos, construir abrigo, gerenciar a fome e enfrentar inimigos (como zumbis, esqueletos e *creepers*).
- Há um sistema de progressão, incluindo a mineração de materiais raros, criação de ferramentas e combate ao *Ender Dragon*, o "chefe final" do jogo.

Já em seu modo *Creative* (Criativo):

- Os jogadores têm acesso a recursos ilimitados e podem voar, permitindo a construção de estruturas elaboradas sem se preocupar com sobrevivência ou inimigos.
- Ideal para pessoas interessadas em *design*, arquitetura e experimentação.

Algumas das principais características do *Minecraft* que o tornam capaz de engajar um grande público e ao mesmo tempo transmitir conhecimento são:

- **Mundo gerado proceduralmente:** cada novo mundo é único, criado a partir de "sementes" que determinam a paisagem, cavernas, rios, biomas e estruturas como aldeias e templos.
- ***Crafting* e construção:** o jogo é baseado em uma mecânica de criação onde blocos e itens coletados podem ser transformados em ferramentas, armas, estruturas e outros objetos.
- ***Redstone*:** um sistema complexo que simula eletricidade no jogo, permitindo criar máquinas, circuitos e sistemas automatizados.
- **Comunidade ativa:** enorme comunidade que desenvolve mods, texturas, mapas e servidores personalizados com modos de jogo únicos, como *minigames* e *roleplay*.
- ***Multiplayer*:** funcionalidade que permite jogar com amigos em servidores privados ou em grandes servidores públicos.

Há diversos exemplos de pessoas construindo dispositivos eletrônicos dentro do *Minecraft*, como uma calculadora funcional. Essas construções envolvem a criação do zero de componentes como *displays* de 7 segmentos, somadores, *flip-flops* e conversores, tudo utilizando o sistema de *redstone* e alavancas disponíveis no jogo.

2.2.3 Legado

Minecraft transcendeu o status de jogo para se tornar um fenômeno cultural. Ele é usado na educação para ensinar programação, criatividade e até mesmo história. Com *spin-offs* como ***Minecraft Dungeons*** e ***Minecraft Legends***, além de uma base de jogadores ativa em várias plataformas, o impacto do jogo continua crescendo.

Apesar deste fenômeno, e do que foi dito até então, no âmbito da Engenharia Elétrica ainda há escassez de jogos educacionais específicos, o que reforça a relevância do presente trabalho.

2.2.4 Teoria de engajamento em jogos

Antes de qualquer coisa, é importante destacar as diferenças dos conceitos de elementos de *design* de jogos, gamificação, e *serious games*.

Segundo Kiryakova et al. (2014), estas são as diferenças:

- **Elementos de design de jogos:** uso de ideias de modos de pensar que são comuns aos jogos.
- **Gamificação:** uso de metáforas e ideias comuns aos jogos, como sistema de pontos e recompensas, em contextos fora dos jogos (MARCZEWSKI, 2013).
- **Serious Games:** jogos criados com o propósito de treinamento ou educação, não apenas para entretenimento.

Alguns dos principais elementos utilizados em jogos a fim de gerar engajamento incluem mecânicas como pontos, desafios, recompensas, e *feedback* imediato.

Na educação, esses elementos são empregados para criar experiências imersivas que incentivam a participação ativa e aumentam a motivação intrínseca dos estudantes. Entre os princípios mais relevantes para o desenvolvimento de jogos destacam-se:

- **Desafios progressivos:** tarefas que aumentam gradualmente sua complexidade.
- **Feedback imediato:** retorno claro e rápido às ações do jogador.
- **Recompensas:** reconhecimento do progresso, por meio de prêmios ou incentivos.
- **Autonomia:** permitir ao jogador certa liberdade para explorar e tomar decisões.

Parte destes elementos foi proposto no que é conhecido como Teoria do Fluxo (*Flow Theory*) por Csikszentmihalyi (1990), que descreve o estado de imersão total em uma atividade. O *flow* é alcançado equilibrando o nível de dificuldade (desafio) e a habilidade do jogador.

Rodrigues et al. (2019) destacam que a gamificação, ao incorporar elementos de jogos como pontos, rankings e medalhas em contextos não lúdicos, pode aumentar significativamente o engajamento dos usuários, tanto em ambientes educacionais quanto profissionais. Isso demonstra que tais elementos de desafio e recompensas podem engajar em atividades mesmo fora do contexto dos jogos.

2.3 Estudos de caso e exemplos de jogos educacionais

2.3.1 Jogos Educacionais Relacionados a Áreas Técnicas

Embora existam poucos os jogos voltados especificamente para a Engenharia Elétrica, algumas iniciativas destacam-se no ensino de disciplinas técnicas, como:

- **Circuit Construction Kit (PhET Interactive Simulations):** ferramenta que permite simulação de circuitos elétricos em ambientes virtuais para ensino de conceitos básicos de eletricidade.
- **AutoDesk Tinkercad:** ferramenta que permite aos usuários projetar e simular circuitos simples de forma interativa.

Esses exemplos mostram o potencial de jogos educacionais em áreas técnicas. No entanto, também evidenciam a carência de soluções inovadoras, uma vez que todos estes exemplos tratam de jogos da categoria conhecida como simulador que, em geral, não incorporam elementos que promovam o engajamento e despertem um interesse natural do aluno.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma **pesquisa aplicada**, pois busca desenvolver uma solução prática para o ensino de instalações elétricas por meio de um jogo educativo. De acordo com Orji e Ogbuanya (2018), o aprendizado baseado em problemas (PBL) tem se mostrado uma abordagem eficaz para o ensino de disciplinas técnicas, pois promove a participação ativa dos alunos e melhora sua capacidade de resolver problemas práticos. Dessa forma, a utilização de um jogo educativo para ensinar instalações elétricas pode aumentar o engajamento dos estudantes e facilitar a compreensão dos conceitos.

3.2 Desenvolvimento do Jogo

O desenvolvimento do jogo seguiu uma abordagem iterativa, garantindo refinamento contínuo das mecânicas e do conteúdo educativo ao longo do processo. A escolha das ferramentas, a metodologia aplicada e a organização do projeto foram fatores essenciais para viabilizar a criação do jogo. Para garantir que o jogo fosse pedagogicamente eficaz, foi utilizado o *framework* **Learning Mechanics-Game Mechanics (LM-GM)**, proposto por Callaghan et al. (2016), que alinha mecânicas de jogo com objetivos de aprendizagem.

3.2.1 Ferramentas de Desenvolvimento

A **Unity** foi escolhida como engine principal devido à sua ampla documentação, versatilidade para o desenvolvimento de jogos interativos e à grande disponibilidade de assets gratuitos, fator determinante para um projeto conduzido individualmente. A linguagem de programação utilizada foi **C#**, que é nativa da Unity e permite a criação de sistemas robustos e flexíveis (UNITY TECHNOLOGIES, 2024).

A IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizada para programar as mecânicas do jogo o **Visual Studio Code**, um software de edição de texto da Microsoft, que permite integração com a Unity, além de possuir diversas extensões capazes de ajudar no trabalho. (VISUAL STUDIO CODE, 2025).

Para o controle de versões e prevenção de perda de progresso, foi utilizado o **GitHub**, possibilitando a restauração de versões anteriores em caso de falhas críticas no código.

Além destas, também foi utilizado o **Blender** para construir alguns modelos 3D. Blender é um software que permite a modelagem e escultura digital, além de animação, simulação de fluidos, mapeamento UV, e diversos outros usos (BLENDER, 2024).

3.2.2 Modelo de Desenvolvimento

O desenvolvimento seguiu um modelo iterativo, dividido nas seguintes etapas:

1. **Planejamento inicial** – Definição dos objetivos do jogo, principais mecânicas e abordagem educacional.
2. **Prototipação** – Implementação inicial na Unity para testar a jogabilidade básica.
3. **Desenvolvimento das mecânicas principais** – Programação do sistema de conexões elétricas, lógica do inimigo e desafios baseados em tempo.
4. **Testes internos e ajustes** – Verificação da usabilidade e correção de bugs encontrados durante os testes.
5. **Ajustes finais e refinamento** – Polimento da experiência do usuário, ajustes de interface e otimizações finais.

3.2.3 Fontes de Conteúdo Técnico

O conteúdo educativo do jogo foi baseado em informações contidas na norma **NBR 5410**, que regulamenta instalações elétricas de baixa tensão no Brasil. Essa norma serviu como referência para garantir que os desafios apresentados no jogo refletissem situações reais e seguras de instalações elétricas.

Para validar a coerência do conteúdo educacional, o jogo foi apresentado à **orientadora do projeto**, professora do curso de **Engenharia Elétrica**, que aprovou a proposta e confirmou sua adequação aos conceitos básicos da disciplina.

3.2.4 Elementos de Engajamento

A mecânica central para manter o jogador engajado é o **desafio baseado em tempo**. O jogador precisa concluir as conexões elétricas corretas antes que o tempo acabe, criando um senso de urgência e aumentando a imersão na experiência.

Além disso, para manter a experiência envolvente, o jogo oferece:

- **Feedback imediato sobre o desempenho**, incentivando tentativas subsequentes e aprendizado ativo.
- **Narrativa**, combinando elementos de jogo com um ambiente lúdico e envolvente.

Essa abordagem visa tornar o aprendizado mais dinâmico e incentivar os jogadores a praticarem conceitos elétricos mesmo sem perceberem que estão estudando. Ambientes de aprendizado gamificados e imersivos têm demonstrado grande eficácia no ensino de engenharia, pois incentivam a participação ativa do aluno e permitem a experimentação dentro de um contexto seguro e engajador (CALLAGHAN et al., 2013).

Entretanto, é importante considerar diferenças individuais no engajamento com *serious games*. Em um estudo sobre ensino de engenharia elétrica, Stege et al. (2011) descobriram que, embora o desempenho dos alunos tenha sido melhor ao aprenderem com jogos, o nível de motivação percebido variou de acordo com o perfil dos estudantes.

3.2.5 Ferramentas para Gerenciamento do Projeto

O gerenciamento do projeto foi realizado de maneira simples e eficiente, utilizando o **Google Keep** para registrar ideias e acompanhar o progresso das tarefas. Essa ferramenta foi escolhida por sua facilidade de acesso e rápida organização, permitindo que anotações e ajustes fossem feitos sem complicação.

Anotações relativas ao enredo do jogo, mecânicas a serem implementadas, e bugs a serem corrigidos foram feitos nesse software até a conclusão do trabalho.

3.2.6 Aplicação e Impacto Pedagógico

O jogo foi projetado para ensinar noções básicas sobre instalações elétricas, como **a correta conexão de tomadas e interruptores**. Estudos apontam que laboratórios virtuais e ambientes simulados são uma alternativa viável para a prática de conceitos técnicos, permitindo que estudantes desenvolvam habilidades práticas sem a necessidade de acesso imediato a equipamentos físicos (CALLAGHAN et al., 2013).

Como mencionado no objetivo geral, a intenção inicial do desenvolvimento era que ele fosse jogado por pessoas interessadas no tema, sem a necessidade de um ambiente educacional formal. No entanto, ele também pode ser utilizado por professores como um complemento prático para aulas sobre o tema.

Embora o jogo tenha sido desenvolvido sem foco específico em sala de aula, e tenha pouco conteúdo técnico a ser explorado, ele pode ser usado em um **laboratório de informática** como ferramenta de reforço, permitindo que os alunos pratiquem conceitos básicos de eletricidade de maneira interativa.

Além do aprendizado técnico, o jogo também **explora a possibilidade de unir narrativa, mecânicas de jogo e educação**, demonstrando que gêneros variados podem ser adaptados para fins educativos sem comprometer a experiência do jogador.

4 DESENVOLVIMENTO DO JOGO

4.1 Descrição Geral

O jogo, intitulado "Distorção", coloca o jogador no papel de um eletricista com a missão de consertar conexões elétricas em uma casa enquanto enfrenta uma entidade paranormal. O objetivo principal é reparar os pontos de tomadas e interruptores antes que a entidade absorva energia suficiente para se materializar por completo. O jogo é em primeira pessoa, permitindo que o jogador caminhe e interaja com o cenário utilizando o teclado e mouse. Apesar de possuir apenas uma fase, o jogo apresenta uma mecânica desafiadora e imersiva.

4.2 Estrutura do Jogo

O jogo possui os seguintes componentes estruturais:

1. **Introdução:** Apresentação do enredo e do objetivo principal, contextualizando o jogador sobre o papel do eletricista e o perigo representado pela entidade.
2. ***Pause Menu*:** Oferece ao jogador a possibilidade de pausar o jogo, com acesso a:
 - a. Tutoriais sobre como identificar defeitos em tomadas e interruptores.
 - b. Explicações sobre as normas utilizadas no jogo.
 - c. Instruções sobre o funcionamento da arma para imobilizar a entidade.
3. **Desafio Principal:** O jogador deve conectar corretamente os condutores elétricos clicando e arrastando, com o mouse, pequenas esferas de diferentes cores, representando os condutores fase, neutro, terra e retorno, até os terminais corretos dos dispositivos. Durante o processo, a entidade pode danificar conexões previamente consertadas, aumentando a dificuldade e exigindo ação rápida, tanto para consertar os dispositivos, quanto para imobilizar o inimigo.
4. **Interface de usuário:** Existe uma marcação de tempo transcorrido no canto superior esquerdo da tela, e um número no canto superior direito

que marca quantos componentes defeituosos ainda existem para consertar. É possível ver estas marcações ao fundo da Figura 4.

4.3 Referências de Design e Decisões de Mecânica

O design do jogo foi inspirado, inicialmente, no jogo ***Demonologist***, um jogo de terror *multiplayer* onde os jogadores devem identificar o tipo de entidade presente em uma casa e tomar ações baseadas nessa identificação. Posteriormente, algumas semelhanças com ***Dead by Daylight*** também foram identificadas, especialmente na mecânica de interação com geradores elétricos para alcançar um objetivo dentro de um tempo limitado.

Entretanto, devido à complexidade técnica envolvida no desenvolvimento de um jogo *multiplayer*, optou-se por um **modelo *single-player***, onde o jogador compete contra o tempo e interage com o ambiente para realizar conexões elétricas corretas. Além disso, para manter o jogo dentro de um propósito educativo e evitar elementos de violência, a mecânica de defesa do jogador contra a entidade inimiga foi ajustada para o uso de um **flash de luz**, que desativa temporariamente o inimigo sem causar dano.

O aspecto educativo do jogo foi inicialmente planejado para incluir uma variedade de configurações elétricas, como **interruptores paralelos, interruptores intermediários e circuitos derivados**, além de inserir mais desafios, como corrigir problemas em quadros de distribuição. Mas dificuldades técnicas na implementação dessas mecânicas levaram à decisão de simplificar os desafios, focando em conexão de **interruptores simples, tomadas e lâmpadas**.

4.4 Mecânicas e Funcionalidades

- **Interação:** O jogador se move utilizando as teclas **W, A, S, D**, corre ao pressionar **Shift**, mira com o botão direito do mouse e atira com o botão esquerdo. Para interagir com objetos, utiliza a tecla **E**.
- **Conexão de Fios:** O jogador utiliza o botão esquerdo do mouse para apontar, clicar e arrastar fios elétricos para os locais corretos, baseando-se nas instruções fornecidas.

- **Inimigo Paranormal:** A entidade se teletransporta para locais diferentes ao avistar o jogador. Além disso, pode danificar conexões previamente consertadas, atrasando o progresso.
- **Lanterna:** Utilizada para enxergar melhor nos ambientes escuros presentes no jogo. Para acender e apagar a lâmpada usa-se a tecla **F**.
- **Uso de Arma:** O jogador pode utilizar uma arma para imobilizar temporariamente a entidade, o que é crucial para lidar com a pressão do tempo. Para isso o jogador precisa estar bem próximo ao inimigo.

4.5 Ambientação e Interface

O jogo apresenta gráficos tridimensionais com um estilo visual mais realista, com ambientação escura para causar maior tensão. Para aumentar a imersão e o sentimento de perigo também foram utilizadas trilhas sonoras com tom sombrio, além de efeitos sonoros de objetos se quebrando, crianças rindo e respiração pesada. Os efeitos sonoros foram adquiridos por meio de pacotes grátis da *Unity Asset Store*, e do site freesound.org.

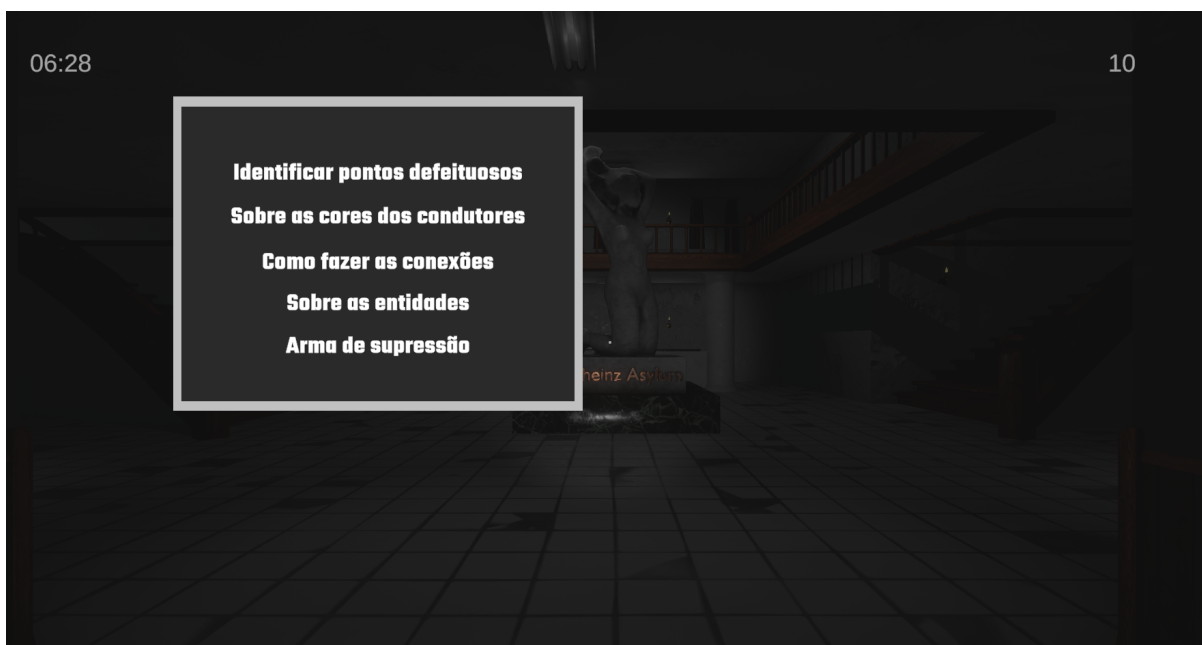
A interface de usuário inclui textos de interatividade, tutoriais acessíveis pelo menu de *pause* e indicadores visuais, garantindo que o jogador compreenda os objetivos e possa interagir com o ambiente de maneira mais intuitiva.

A Figura 4 mostra a interface do menu de *pause* dentro do jogo. A Figura 5 mostra o índice de tutoriais, e a Figura 6 ilustra a maneira como são apresentadas as informações dentro do jogo.

Figura 4 - Interface do menu de *pause*

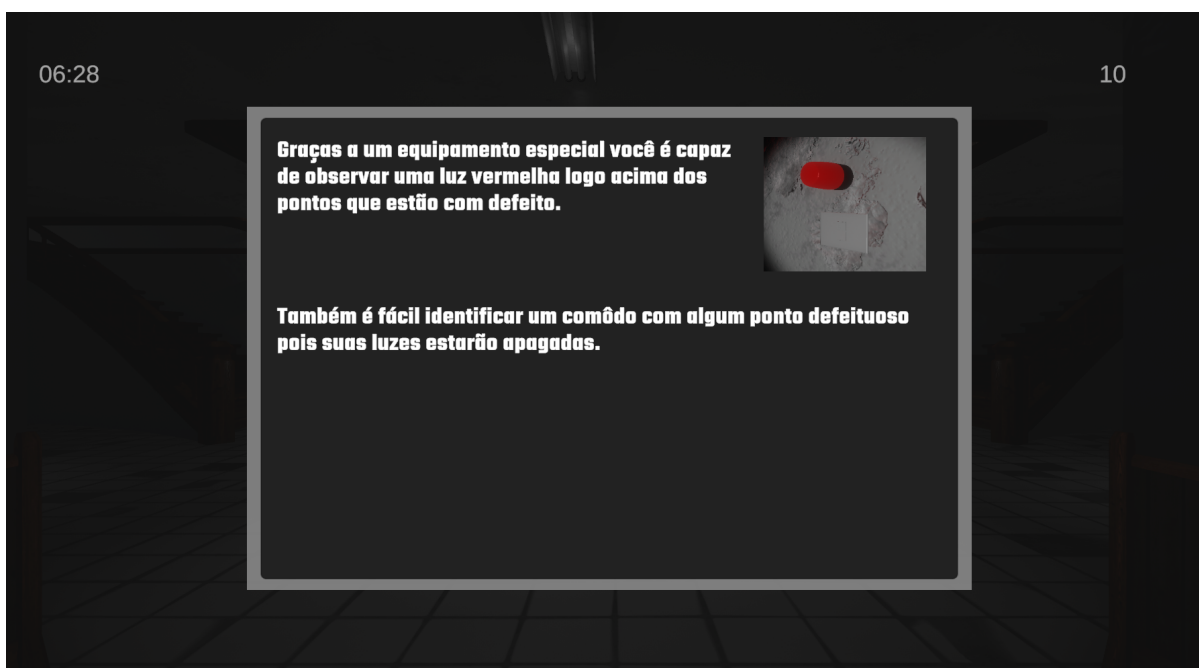
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 5 - Índice de tutoriais



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 6 - Explicação sobre como identificar pontos defeituosos



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.6 Modelos 3D utilizados

Para a construção do jogo, foi necessária a criação de representações digitais de diversos objetos, a fim de garantir um ambiente imersivo e funcional. Os principais modelos desenvolvidos incluem:

- **Cenário e objetos internos:** Representam um hospício e foram modelados por Lukas Bobor e disponibilizado na loja de *Assets* da *Unity*. As Figuras 7, 8 e 9 mostram uma visão panorâmica do cenário, da sala de dentista, e da sala de estar, respectivamente.

Figura 7 - Visão panorâmica do cenário.



Fonte: Unity Asset Store (2025).

Figura 8 - Consultório de dentista presente no cenário.



Fonte: Unity Asset Store (2025).

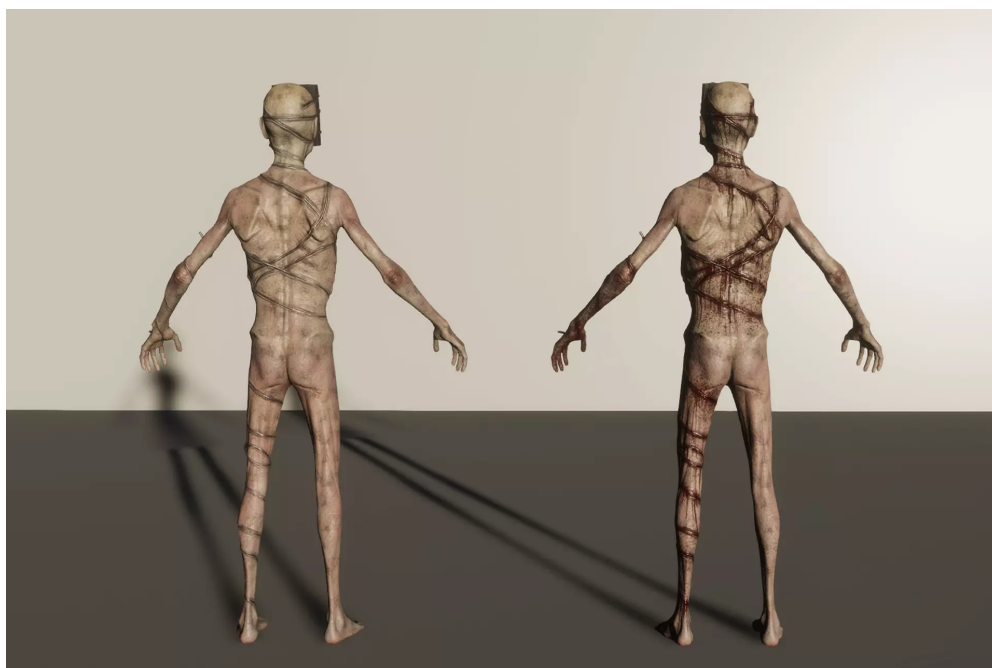
Figura 9 - Sala de estar.



Fonte: Unity Asset Store (2025).

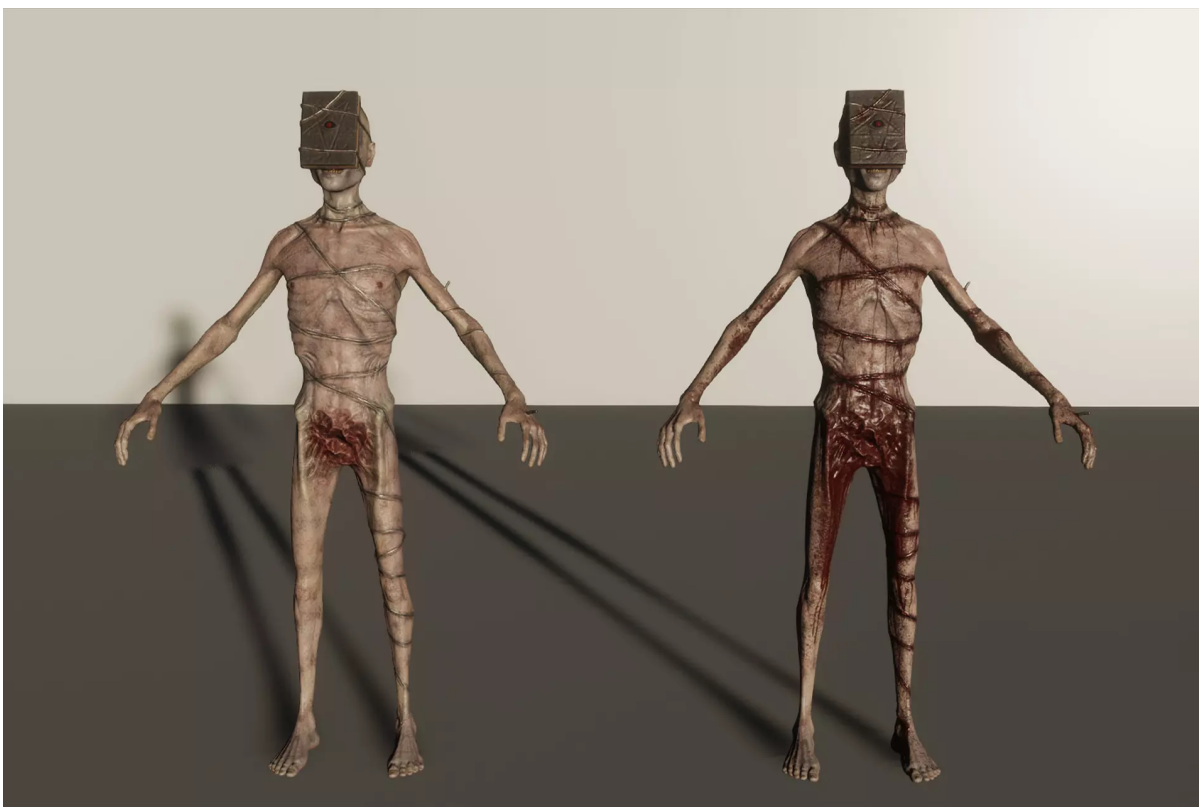
- **Entidade:** Criada por h3llowner e também disponível na *Unity Asset Store*. As Figuras 10 e 11 mostram duas versões, com texturas diferentes, do NPC (personagem não jogável) do jogo. Uma ilustração vista de costas, outra de frente, respectivamente.

Figura 10 - NPC visto de costas



Fonte: Unity Asset Store (2025).

Figura 11 - NPC visto de frente



Fonte: Unity Asset Store (2025).

- **Arma:** Modelada por Black Curtain Studio. A Figura 12 mostra o modelo utilizado para representar a arma dentro do jogo.

Figura 12 - Modelo de arma



Fonte: Unity Asset Store (2025).

- **Luzes de emergência:** Produzidas por azain47 e disponível na *SketchFab*. A Figura 13 mostra o modelo usado como luz de emergência para indicar pontos defeituosos dentro do jogo.

Figura 13 - Luz de emergência



Fonte: SketchFab (2025).

- **Escada:** Produzida por Quixel e disponível no software *Fab*. A Figura 14 mostra o modelo de escada utilizado para quando o jogador precisa consertar uma lâmpada.

Figura 14 - Modelo 3D de escada



Fonte: Fab (2025).

- **Lâmpada:** Produzida por plaggy. A Figura 15 apresenta o modelo utilizado como lâmpada em alguns cômodos do jogo.

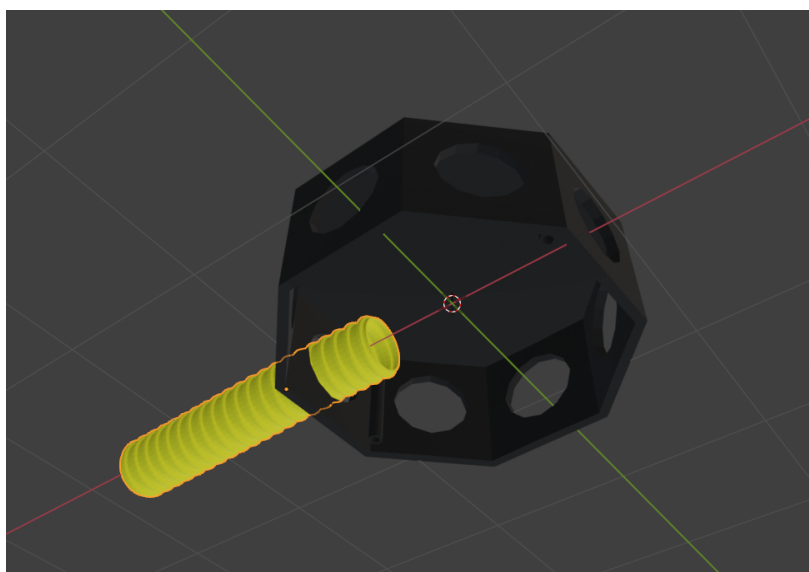
Figura 15 - Modelo 3D de lâmpada.



Fonte: Fab (2025).

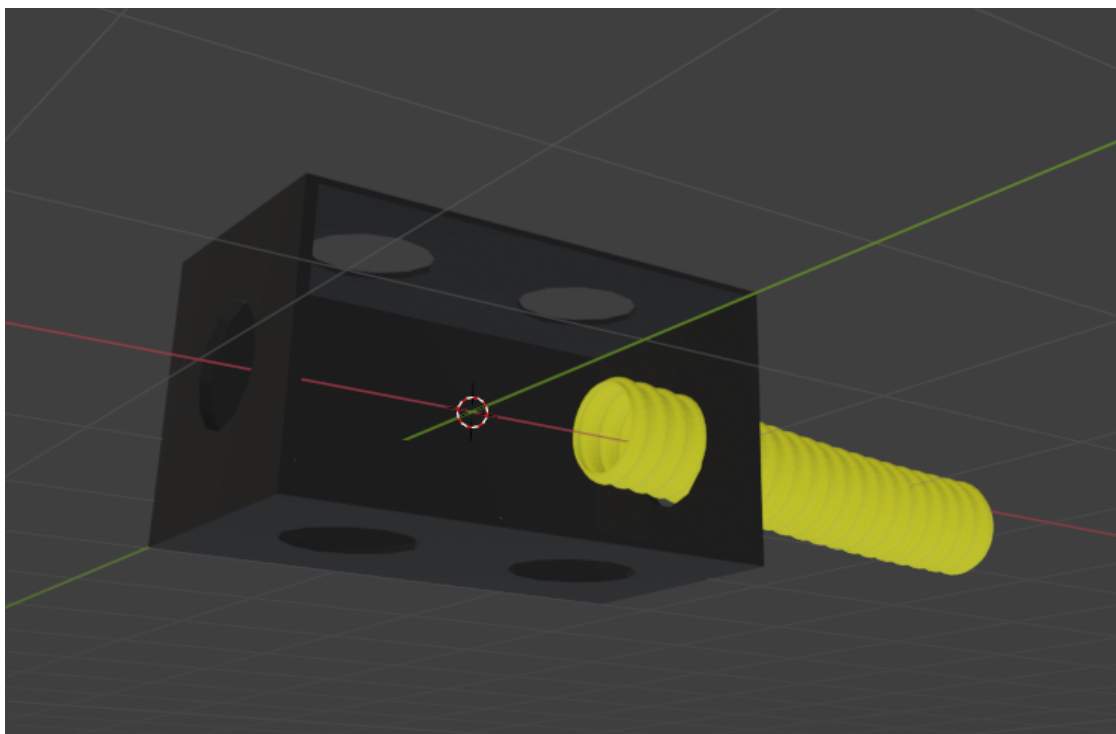
- **Elementos elétricos:** Tomadas, interruptores, soquetes, caixas de passagem e conduítes foram modelados pelo autor. A Figura 16, e as subsequentes, apresentam a maior parte dos objetos utilizados nas tarefas de conexão que existem dentro do jogo.

Figura 16 - Conduíte e caixa de passagem presente no teto.



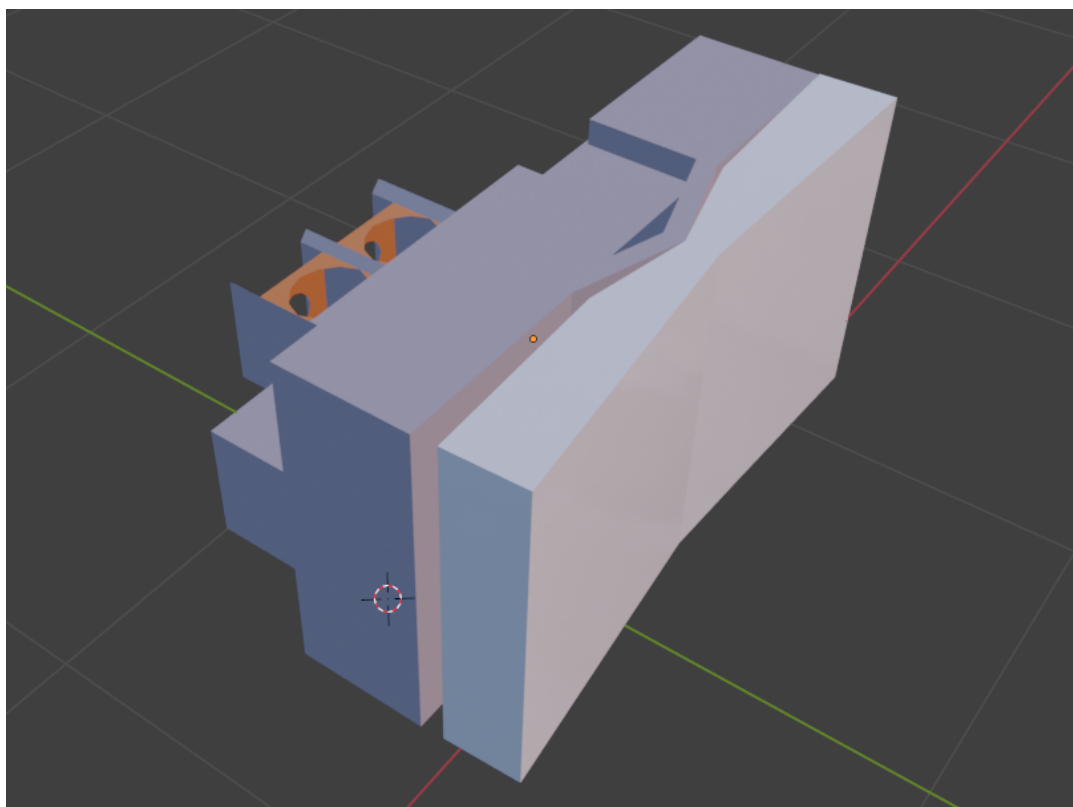
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 17 - Conduíte e caixa de passagem presente na parente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 18 - Interruptor simples



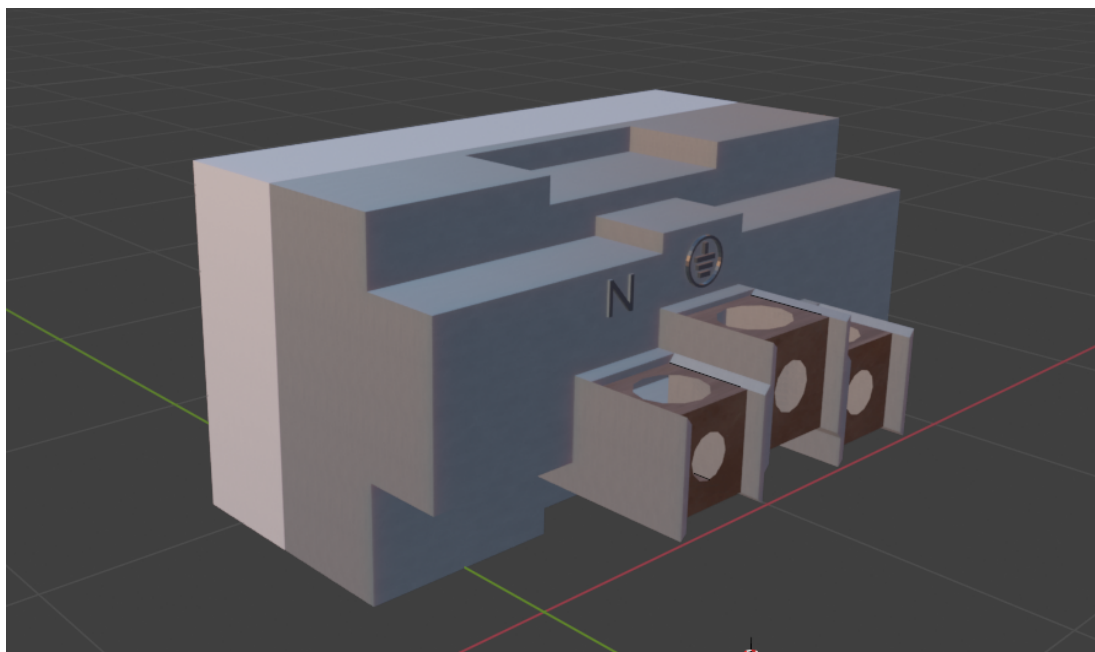
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 19 - Soquete de lâmpada



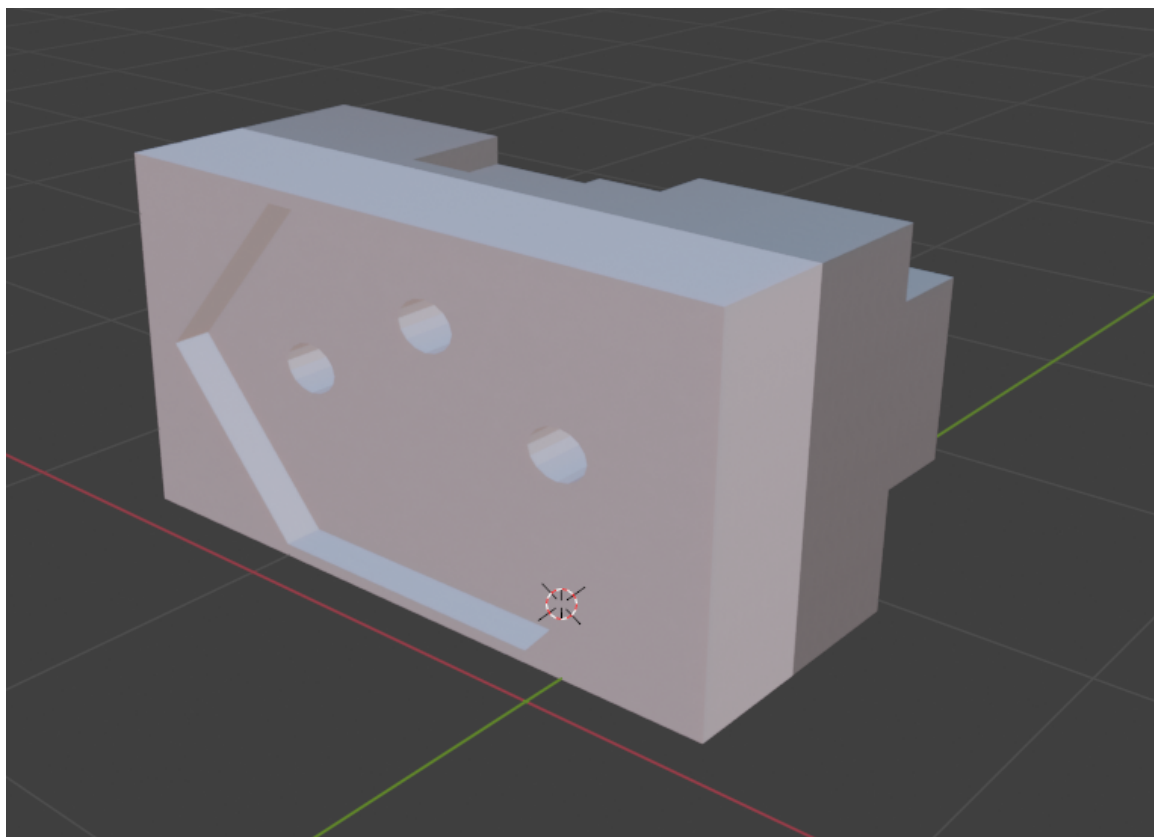
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 20 - Módulo de tomada visto de costas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 21 - Módulo de tomada visto de frente



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.7 Aspectos Técnicos

4.7.1 Engine e Linguagem de Programação

Os *scripts* compostos pelas funções dos objetos presentes no jogo foram desenvolvidos de forma modular, permitindo a reutilização de código e facilitando ajustes posteriores. A arquitetura foi baseada no padrão **Component-Based Design**, comum em projetos Unity, garantindo que cada objeto do jogo possua funcionalidades específicas e independentes.

4.7.2 Implementação das Mecânicas

A implementação das principais mecânicas exigiu a utilização de alguns mecanismos fornecidos pela Unity, sendo alguns dos principais:

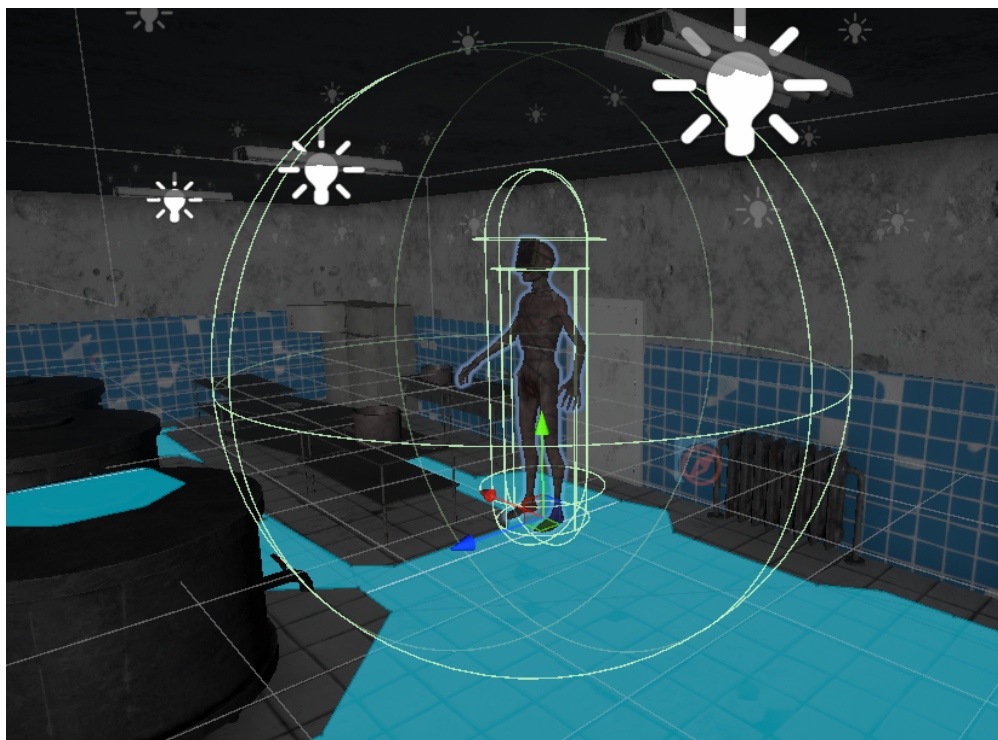
Raycasting

Raycasting na *Unity* envolve lançar um raio invisível, como um laser, com uma origem e direção determinada por meio de código. Esse raio, ao colidir com um objeto 3D na cena retorna e acessa suas funções (UNITY, 2025).

Colliders

Colliders são representados visualmente por linhas verdes com diferentes formatos geométricos como: cápsula, esfera, cubo, ou a malha do próprio objeto ao qual ele é associado. A Figura 22 mostra a representação visual dos colliders.

Figura 22 - Entidade cercado pelos colliders cápsula e esférico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Colliders são usados para a criação de física de colisão dos objetos do jogo, mas além disso, também podem ser usados como gatilhos que reconhecem quando um colisor entra em contato com outro, e quando ele deixa de ter esse contato, permitindo que um objeto acesse as funções presentes em outro, assim como o *raycasting*. (UNITY, 2025)

Navmesh

Navmesh envolve a criação e configuração de uma malha em regiões definidas como “caminhável” que determina as regiões que um personagem não jogável pode percorrer livremente, como pode ser visto na Figura 25. (UNITY, 2025)

Finite State Machine

Finite State Machine é o modelo computacional que a *Unity* usa para controlar as animações dos *NPCs*. Esse modelo determina uma quantidade finita de estados e transições entre os estados que acontecem de acordo com uma série de regras determinadas pelo desenvolvedor. (UNITY, 2025)

Essas ferramentas foram utilizadas no desenvolvimento dos seguintes sistemas:

- **Sistema de Interação:** Utiliza *raycasting* para detectar quando o jogador aponta para objetos interativos, permitindo ações como conectar fios e ativar dispositivos. Além disso, utiliza *colliders* para determinar quando a entidade está próxima suficiente de um dispositivo para então resetá-la.
- **Lógica de Conexões Elétricas:** Baseada em eventos e verificações de estado, garantindo que os fios sejam conectados corretamente antes de permitir o progresso no jogo.
- **Inteligência Artificial da Entidade:** Implementada por meio de uma máquina de estados finitos (FSM - Finite State Machine), permitindo que a entidade alterne entre diferentes comportamentos, como patrulha, perseguição e sabotagem das conexões elétricas.
- **Iluminação e Feedback Visual:** O sistema de iluminação dinâmica responde às ações do jogador, tornando o ambiente mais escuro conforme a entidade se fortalece. Efeitos visuais e sonoros complementam a experiência imersiva.

4.7.3 Desafios Técnicos

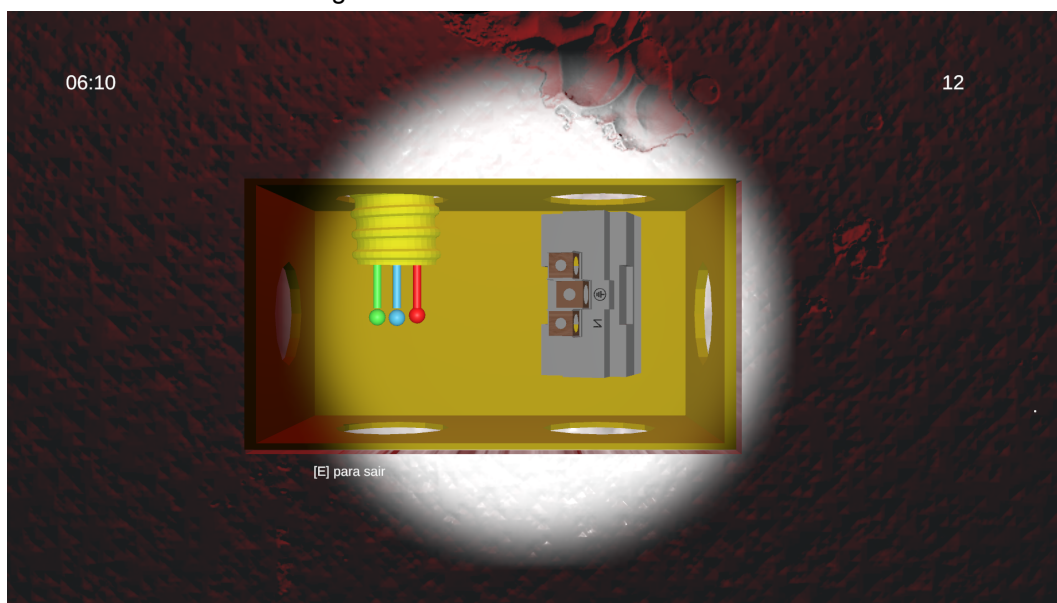
Durante o desenvolvimento do jogo, alguns desafios exigiram soluções alternativas:

- **Simulação da conexão de condutores:** Inicialmente, a ideia era permitir que os jogadores manipulassem fios com física realista. No entanto, devido à complexidade da implementação, essa mecânica foi substituída por um

sistema de esferas interativas que representam os terminais dos dispositivos elétricos.

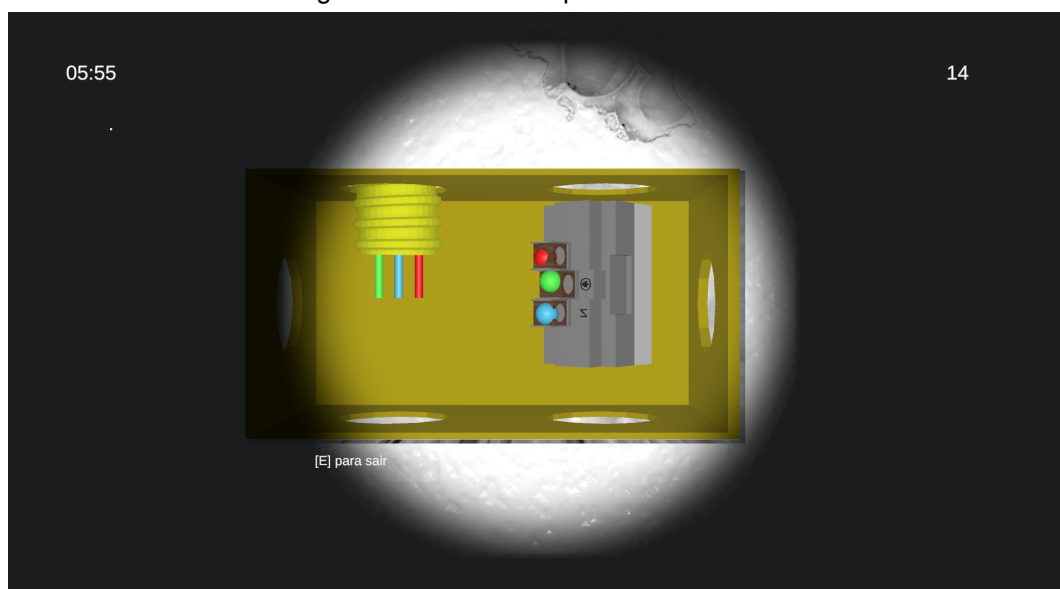
As Figuras 23 e 24 ilustram a interface de conexão de tomada dentro do jogo.

Figura 23 - Tomada antes da conexão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 24 - Tomada depois de conectada.

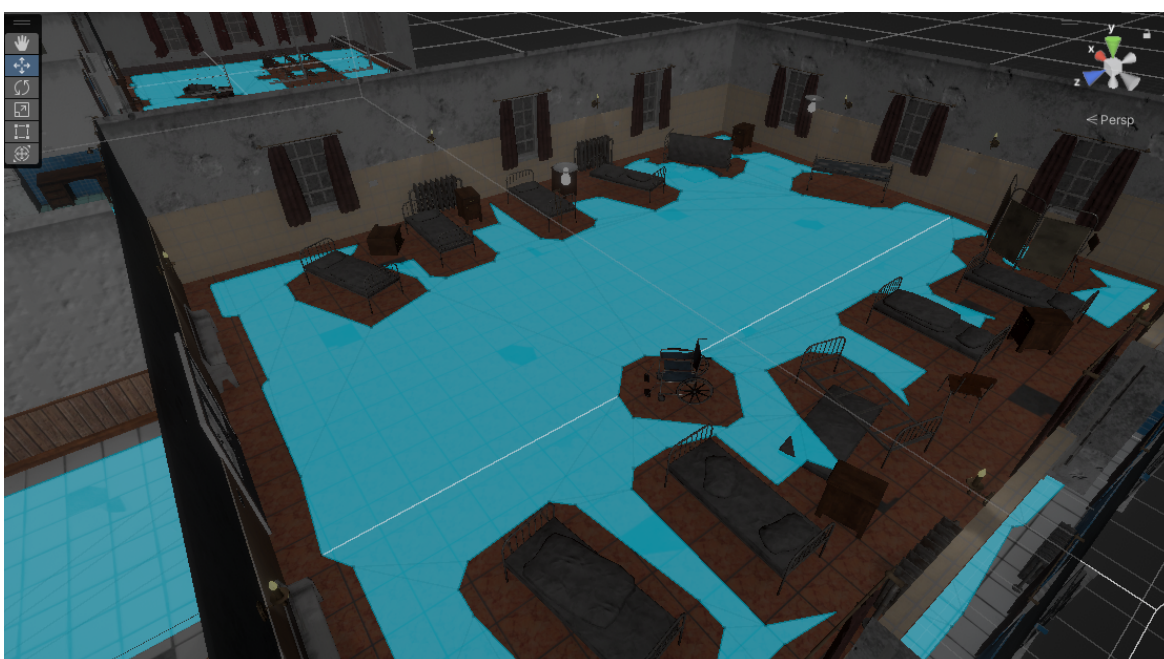


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

- **Ajuste da IA:** A programação da entidade exigiu refinamento para que suas ações fossem imprevisíveis, mas equilibradas, evitando uma dificuldade excessiva ou frustrante.

Para determinar por onde o NPC pode caminhar, é necessário configurar um componente conhecido como *NavMeshSurface*. Esse componente permite que a Unity realize cálculos sobre a malha do cenário. A Figura 25 mostra em azul as partes em que o personagem não jogável pode caminhar livremente.

Figura 25 - NavMeshSurface calculado pela Unity.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

- **Otimização da Iluminação:** Devido à natureza dinâmica do jogo, foi necessário otimizar a iluminação para manter a taxa de quadros estável, reduzindo o impacto no desempenho sem comprometer a atmosfera de terror.

4.7.4 Testes e Refinamento

Os testes do jogo foram realizados pelo próprio desenvolvedor. O feedback resultou na correção de diversos problemas, incluindo:

- **Erros na interface**, como botões que não respondiam corretamente.
- **Problemas na mecânica de interação**, como a impossibilidade de acessar um quebra-cabeça resolvido anteriormente.

- **Ajuste a sensibilidade do mouse**, melhorando a fluidez dos controles.
- **Melhoria na IA**, para tornar a entidade mais desafiadora sem comprometer a jogabilidade.

Além das correções, os testadores sugeriram novas mecânicas, mas, devido à limitação de tempo, decidiu-se postergar a implementação dessas ideias para versões futuras.

Apesar dos desafios enfrentados durante o desenvolvimento, "Distorção" conseguiu entregar uma experiência imersiva e educativa, destacando a importância das instalações elétricas de forma interativa. O aprendizado adquirido ao longo do projeto possibilita futuras melhorias e expansões da mecânica do jogo.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusões

O desenvolvimento do jogo **Distorção** representou um importante passo na combinação de educação e entretenimento, utilizando a plataforma Unity e a linguagem de programação C#. Este trabalho teve como objetivo criar um jogo funcional e educativo que transmitisse conhecimentos práticos sobre instalações elétricas, abordando conceitos técnicos de maneira envolvente e inovadora.

As principais conquistas do projeto incluem:

- **Desenvolvimento técnico:** Aquisição de novas habilidades em programação em C#, utilização da *engine* Unity e implementação de mecânicas específicas, como conexão de fios e comportamento de inteligência artificial para o inimigo.
- **Criação de um jogo funcional:** O jogo foi concluído com uma fase completa, integrando narrativa, mecânicas de resolução de problemas elétricos e um ambiente tridimensional interativo.
- **Criatividade e inovação:** A ideia de unir o tema de instalações elétricas com uma narrativa paranormal representa uma abordagem diferenciada, utilizando uma entidade inimiga com intuito de gerar tensão e engajamento por parte do jogador durante os desafios educacionais.
- **Contribuição prática:** O jogo se destacou como um exemplo de como unir educação e entretenimento de forma não convencional, afastando-se do formato tradicional de simulações ou quizzes.

Em termos de impacto, o projeto se destaca como uma quebra de paradigma, pois vai além dos tradicionais jogos educativos, presentes no mercado, baseados em simulação ou quizzes gamificados, propondo uma abordagem mais envolvente e alinhada com gêneros populares. Este formato tem potencial para ser replicado e expandido para outras áreas do conhecimento, promovendo uma experiência mais rica e significativa para os jogadores.

Apesar dos resultados, o projeto também revelou limitações que podem ser abordadas em trabalhos futuros. As limitações incluem:

- **Conteúdo limitado:** O jogo abrange apenas desafios relacionados à conexão de tomadas, interruptores e lâmpadas simples, enquanto outros problemas, como o uso de quadros de distribuição e sistemas mais complexos, não foram explorados.
- **Simplicidade dos desafios:** A ausência de uma variedade maior de inimigos e desafios pode ter tornado a experiência menos imersiva e diversificada.
- **Identificação de problemas:** A solução utilizada para identificar tomadas e interruptores com defeito (indicador visual com uma luz vermelha) funcionou, mas não representa uma abordagem fiel à realidade.
- **Ausência de uma pesquisa de opinião:** A opinião de um público jogador sobre o produto desenvolvido também ajudaria a reforçar todo o ponto do trabalho, porém pesquisa com pessoas em trabalhos acadêmicos envolvem submissão para o comitê de ética da instituição, e o processo de aprovação da pesquisa leva em torno de três meses, para só então poder ser de fato executada, o que adiaria a finalização do trabalho.

5.2 Trabalhos Futuros

O trabalho futuro neste projeto pode seguir diferentes direções, considerando as limitações identificadas e o potencial de expansão. Algumas possibilidades incluem:

1. **Expansão dos desafios:** Incorporar problemas mais complexos, como tomadas conjugadas, interruptores duplos e paralelos, além de problemas envolvendo quadros de distribuição e dimensionamento de circuitos. Isso poderia ser feito de maneira progressiva ao longo do jogo para ampliar o engajamento com o jogador que se sente avançando a cada nova fase.
2. **Maior variedade de inimigos:** Desenvolver novas entidades inimigas com habilidades diversas, como causar dano ao jogador ou interferir diretamente nos materiais e equipamentos utilizados.
3. **Aprimoramento da jogabilidade:** Implementar melhorias para tornar a identificação de problemas mais desafiadora e realista, sem depender exclusivamente de indicadores visuais fabricados, com alternativas mais próximas da realidade, como leitura de multímetro, monitoramento de disjuntores, TCs e TPs, etc.

4. **Conteúdo educativo ampliado:** Com novos desafios seriam necessários maiores informações e tutoriais que auxiliem o jogador a compreender as normas e princípios elétricos de forma prática.
5. **Exploração de novos temas:** Adaptar o formato do jogo para outras disciplinas e áreas do conhecimento, utilizando diferentes mecânicas para ensinar conceitos complexos de maneira divertida.

O desenvolvimento de **Distorção** mostrou que é possível unir entretenimento e educação de maneira criativa e inovadora. Com ajustes e expansões, o jogo pode se tornar uma referência no campo de jogos educativos, servindo como modelo para futuros desenvolvimentos nesta área.

REFERÊNCIAS

ABENGE. **Jogo de tabuleiro casa project como metodologia ativa baseada em jogos no curso técnico de edificações**. Disponível em: <https://abenge.org.br/sis_artigo_com_capa.php/?cod_trab=5403&utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ABNT. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. **NBR 5444: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989

ABNT. **NBR 14136: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

AYAZ, A. et al. **Exploring Gamification Research Trends Using Topic Modeling**. *IEEE Access*, v. 11, p. 119678-119692, 2023. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10290902>>. Acesso em: 13 de fev. 2025.

BLENDER. **The Freedom to Create**. [s. l.], 2024. Disponível em: <<https://www.blender.org/about/>>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília, DF: MTE, 2004.

BRASIL ESCOLA. **Educação**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/educacao>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CALLAGHAN, M. et al. **Mapping Learning and Game Mechanics for Serious Games Analysis in Engineering Education**. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, v. 5, n. 1, p. 77-83, 2017. Acesso em: 13 de fev. 2025.

CALLAGHAN, M. J. et al. **Practical Application of the Learning Mechanics-Game Mechanics (LM-GM) Framework for Serious Games Analysis in Engineering Education**. 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), IEEE, 2016.

CALLAGHAN, M. J. et al. **Using Game-Based Learning in Virtual Worlds to Teach Electronic and Electrical Engineering**. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 9, n. 1, p. 575-584, 2013.

CARLSSON, Magnus; DAHL, Gordon B.; ÖCKERT, Björn; ROTH, Dan-Olof. **The effect of schooling on cognitive skills**. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/REST_a_00501>. Acesso em: 13 de fev. 2025.

ENSINANDO ELÉTRICA. **Elétrica Residencial Interruptores**. Disponível em: <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2016/05/eletrica-residencial-interruptores.html>>. Acesso em: 05 de fev. 2025

ENSINANDO ELÉTRICA. **Elétrica Residencial Ligando Tomadas**. Disponível em: <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2016/05/eletrica-residencial-ligando-tomadas.html>>. Acesso em: 05 de fev. 2025

FAB. **CCO - Light Bulb**. Disponível em: <<https://www.fab.com/listings/f425ad6f-270e-46e9-8268-28e42151cec1>>. Acesso em: 25 de fev. 2025.

FAB. **Folding Step Ladder**. Disponível em: <<https://www.fab.com/listings/f06552d6-b59f-4ebf-9e99-c42ce0813f78>>. Acesso em: 25 de fev. 2025.

INMETRO. Porque foi criado o padrão brasileiro de plugues e tomadas de 3 pinos?. Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-conformidade/plugues-e-tomadas/porque-foi-criado-o-padrao-brasileiro-de-plugues-e-tomadas-tomada-de-3-pinos>>. Acesso em: 13 de fev. 2025.

KIRYAKOVA, Gabriela; ANGELOVA, Nadezhda; YORDANOVA, Lina. **Gamification in Education**. 2014. Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/53993982/293-Kiryakova.pdf>>. Acesso em: 13 de fev. 2025.

LEARY, Heather M. **Self-Directed Learning in Problem-Based Learning Versus Traditional Lecture-Based Learning: A Meta-Analysis**. 2012. 192 f. Tese (Doutorado em Instructional Technology and Learning Sciences) – Utah State University, Logan, Utah, 2012.

MARCZEWSKI, Andrzej. **What's the difference between Gamification and Serious Games?** Disponível em: <http://www.gamasutra.com/blogs/AndrzejMarczewski/20130311/188218/Whats_the_difference_between_Gamification_and_Serious_Games.php>. Acesso em: 13 fev. 2025>.

MATTOS, J. R.; SILVA, L. P.; ALMEIDA, T. S. **Ensino de instalações elétricas residenciais: uma sequência didática a partir de uma aplicação mobile.**

ResearchGate, 2020. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/341077436_ENSINO_DE_INSTALACOES_ELETRICAS_RESIDENCIAIS_UMA_SEQUENCIA_DIDATICA_A_PARTIR_DE_UM_A_APLICACAO_MOBILE>. Acesso em: 11 fev. 2025.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Conheça os principais tipos de interruptores.** Disponível em:

<<https://www.mundodaeletrica.com.br/conheca-os-principais-tipos-de-interruptores/>>. Acesso em: 13 de fev. 2025

ORJI, Chibueze Tobias; OGBUANYA, Theresa Chinyere. **Assessing the effectiveness of problem-based and lecture-based learning environments on students' achievements in electronic works.** International Journal of Electrical Engineering Education, v. 55, n. 4, p. 334–353, 2018. Disponível em:

<DOI:10.1177/0020720918773983>. Acesso em: 15 de fev. 2025.

RODRIGUES, Luis Filipe; OLIVEIRA, Abílio; RODRIGUES, Helena. **Main gamification concepts: A systematic mapping study.** Heliyon, v. 5, n. 5, p. e01993, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01993>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SANGHI, S.; SRIJA, A. **Skill Development and Productivity of the Workforce. NITI Aayog**, 2015. Confederation of Indian Industry. Acesso em: 15 de fev. 2025.

SANGHI, S.; SRIJA, A. **Skill Development and Productivity of the Workforce. NITI Aayog**, 2015. Confederation of Indian Industry. Acesso em: 15 de fev. 2025.

SKETCHFAB. **Red Beacon Emergency Light.** Disponível em:

<<https://sketchfab.com/3d-models/red-beacon-emergency-light-1489bf4dcebe4e7b8000a5d9de1362ef>>. Acesso em: 25 de fev. 2025.

STEGE, L.; LANKVELD, G. van; SPRONCK, P. **Serious Games in Education.**

International Journal of Computer Science in Sport, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2011.

TELHANORTE. **Módulo Tomada 2p T 20a 250v 1m Vermelha Miluz Schneider.**

Disponível em:

<<https://www.telhanorte.com.br/modulo-tomada-2p-t-20a-vermelha-miluz-schneider-1325299/p>>. Acesso 05 de fev 2025

UNITY ASSET STORE. **Abandoned Asylum.** Disponível em:

<<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/abandoned-asylum-49137p>>. Acesso 25 de fev 2025

UNITY ASSET STORE. **Book Head Monster.** Disponível em:

<<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/book-head-monster-287653>>. Acesso 25 de fev 2025

UNITY ASSET STORE. **Scifi Gun Collection**. Disponível em:
<<https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/guns/scifi-gun-collection-56350>>.
Acesso 25 de fev 2025

UNITY LEARN. **Finite State Machines**. Disponível em:
<<https://learn.unity.com/tutorial/finite-state-machines-1#63176fc9edbc2a151b2fd5c9>>
. Acesso 28 de jun 2025

UNITY TECHNOLOGIES. **Engine do Unity**. [s. l.], 2024. Disponível em:
<<https://unity.com/pt/products/unity-engine>>. Acesso em: 15 dez. 2024.

UNITY DOCUMENTATION. **Colliders**. [s. l.], 2025. Disponível em:
<<https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/CollidersOverview.html>>.
Acesso em: 30 mar. 2025.

UNITY DOCUMENTATION. **Physics.Raycast**. [s. l.], 2025. Disponível em:
<[https://docs.unity3d.com/6000.1/Documentation/ScriptReference/Physics.Raycast.h](https://docs.unity3d.com/6000.1/Documentation/ScriptReference/Physics.Raycast.html)
tml>. Acesso em: 30 mar. 2025.

VISUAL STUDIO CODE. **Your code editor. Redefined with AI**. [s. l.], 2025.
Disponível em: <<https://code.visualstudio.com>>. Acesso em 17 de fev. 2025.

WEG. **Tomadas & Interruptores**. Jaraguá do Sul - SC - Brasil: WEG, [s.d.].
Disponível em:
<[https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc8/h64/WEG-tomadas-interruptores-](https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc8/h64/WEG-tomadas-interruptores-compose-50058899-catalogo-pt.pdf)
compose-50058899-catalogo-pt.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

ANEXOS

Anexo A – Parte textual dos tutoriais técnicos do Jogo

Como identificar condutores

Em uma edificação chegam 2 tipos de condutores:

O fase e o neutro.

O fase é por onde chega toda a energia elétrica, e o neutro é por onde ela retorna para o sistema da concessionária de energia.

Mas além destes 2 tipos de fios, você ainda vai encontrar outros 2.

Um deles é para proteção, conhecido como Terra, ele se conecta a todo dispositivo de tomada e serve para evitar choques elétricos em caso de defeitos nos aparelhos.

O outro tipo de fio é conhecido como retorno, e conecta os interruptores as lâmpadas, e possui esse nome porque ele é responsável por "retornar" a continuidade do circuito interrompido.

Como existem fios com diferentes funções, é sensato ter algum meio de identificação visual para facilitar a manutenção. Essa identificação pode ser realizada por meio de etiquetas, porém muitas vezes essa identificação é feita através de cores. Essas cores podem estar presente em abraçadeiras, ou então no isolamento do próprio condutor.

As cores de identificação convencionadas pela norma de instalações em baixa tensão, NBR 5410, são:

Terra/Proteção: verde ou verde e amarelo

Neutro: azul claro

Fase e Retorno: qualquer cor que não sejam as designadas para o neutro e proteção.

Como realizar conexões

Tomadas:

Existem três terminais

O destinado ao terra tem o símbolo $\equiv$

Destinado ao neutro possui a letra N

E o condutor fase pertence ao terminal restante

Interruptores simples:

Interruptores possuem dois terminais

Os terminais recebem qualquer um dos fios, fase ou retorno

Soquete de lâmpada:

Assim como o interruptor, possui dois terminais

Esses terminais recebem qualquer um dos fios, retorno ou neutro

É importante observar que o neutro poderia estar na caixa de passagem do interruptor e a fase na caixa do soquete da lâmpada, e o circuito iria funcionar ainda assim, porém isso representa uma má prática, tanto pelo risco de choque na troca de uma lâmpada, quanto pela possibilidade de fuga de corrente, responsável por fazer as lâmpadas ficarem luminescente mesmo com o interruptor desligado.