



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-
ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ERICK ARAGÃO GADELHA DE OLIVEIRA

**PROJETO DE CRIAÇÃO DE UM SIMULADOR DIDÁTICO 3D DE UM
LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE BÁSICA**

CARAÚBAS

2022

ERICK ARAGÃO GADELHA DE OLIVEIRA

**PROJETO DE CRIAÇÃO DE UM SIMULADOR DIDÁTICO 3D DE UM
LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE BÁSICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências de Tecnologia.

Orientador: Daniel Carlos de Carvalho
Crisóstomo, Prof. Me.

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48p Oliveira, Erick Aragão Gadelha de.
 Projeto de criação de um simulador didático 3D
 de um laboratório de eletricidade básica / Erick
 Aragão Gadelha de Oliveira. - 2022.
 63 f. : il.

 Orientador: Daniel Carlos de Carvalho
 Crisóstomo.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2022.

 1. simulador virtual. 2. experimento prático.
 3. Lei de Ohm. I. Crisóstomo, Daniel Carlos de
 Carvalho, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERICK ARAGÃO GADELHA DE OLIVEIRA

**PROJETO DE CRIAÇÃO DE UM SIMULADOR DIDÁTICO 3D DE
UMLABORATÓRIO DE ELETRICIDADE BÁSICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Defendida em: 01/ 11/ 2022.

BANCA EXAMINADORA

Daniel Carlos de Carvalho Crisóstomo, Prof. Me.
(UFERSA)Presidente

Mackson Matheus França Nepomuceno, Prof. Dr.
(UFERSA)Membro Examinador

José Lira de Oliveira Júnior, Prof.
(UFERSA)Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a minha família, aos meus pais, Raimundo Eduardo e Adriana Vieira, por sempre acreditarem nos meus sonhos, por estarem presentes nos momentos que eu precisei, por ter me dado exemplos de que mesmo a situação estando difícil naquele momento, no final tudo vai se organizar e que devemos seguir sempre firmes, pois algo melhor ainda está por vir. E aos meus irmãos, Eduardo Gadelha e Raimundo Neto, por serem grandes motivações de vitórias e com isso me motivar a continuar.

Agradeço a minha namorada, Aline Lourenço, por ter me escolhido para ficar ao teu lado, me proporcionado os melhores momentos, sempre me motivando a continuar e ser cada dia uma pessoa melhor.

Agradeço ao meu orientador, Daniel Carlos, por ter paciência comigo, sempre me ensinando algo novo e estando disponível para resolver alguma dúvida minha.

Agradeço a todos os meus amigos por participarem dessa minha caminhada até aqui.

Por fim, agradeço a UFRSA pela disponibilidade de auxiliar com a conclusão deste projeto.

“Talento é dom, é graça. E sucesso nada tem a ver com sorte, mas com determinação e trabalho.”

(Augusto Branco)

RESUMO

O uso da tecnologia na educação vem auxiliando no melhor entendimento sobre determinados conteúdos. Isso teve uma intensificação com a chegada da pandemia causada pelo COVID-19, por motivos da necessidade de novos métodos para tornar as aulas mais interativas. Com isso, a criação de simuladores surge como alternativa para suprir essa demanda, e ainda com a volta das aulas presenciais, a realidade virtual pode ser usada em associação com as atividades práticas, fornecendo mais segurança ao aluno e melhorando sua compreensão sobre o assunto. Dessa forma, esse trabalho tratará da criação de um simulador 3D através da plataforma *Unity 3D*, na qual a sua estrutura é baseada no Laboratório de Eletricidade e Medidas Elétricas, localizado na UFERSA, campus Mossoró e o objetivo é a execução da prática Lei de Ohm. Dessa forma, o trabalho abordará o comparativo entre os resultados obtidos através da simulação virtual e os obtidos da teoria.

Palavras-chave: simulador virtual; experimento prático; Lei de Ohm;

ABSTRACT

The use of technology in education has helped to better understand certain contents. This intensified with the arrival of the pandemic caused by COVID-19, due to the need for new methods to make classes more interactive. With this, the creation of simulators appears as an alternative to meet this demand, and even with the return of face-to-face classes, virtual reality can be used in association with practical activities, providing more security to the student and improving their understanding of the subject. In this way, this work will deal with the creation of a 3D simulator through the *Unity3D* platform, in which its structure is based on the Electricity and Electrical Measurements Laboratory, located at UFERSA-Mossoró and the objective is to implement the practice Ohm's Law. In this way, the work will approach the comparison between the results obtained through the virtual simulation and those obtained from the theory.

Keywords: Virtual simulator; practical experiment; Ohm's law;

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Eniac, o primeiro computador eletrônico.....	14
Figura 2.2 - Simulador Stellarium.....	16
Figura 2.3 - Simulador para um pêndulo simples.	16
Figura 2.4 - (a) gráfico da corrente contínua (CC), (b) gráfico da corrente alternada (CA)	18
Figura 2.5 - Sentido da tensão.	19
Figura 2.6 - (a) curto-circuito, (b) circuito aberto.	20
Figura 2.7 - Resistores.....	21
Figura 2.8 - Tabela de código de cores.	21
Figura 2.9 - Exemplos de Protoboard.....	22
Figura 2.10 - Fonte de Tensão.....	23
Figura 2.11 - Multímetro.	24
Figura 3.1 - Modelos para a programação.....	27
Figura 3.2 - Tela de inicial do <i>Unity</i>	28
Figura 3.3 - Instalando ProBuilder	30
Figura 3.4 - ProGrids.....	31
Figura 3.5 - Janela do ProBuilder.....	31
Figura 3.6 - Exemplos de Objetos do <i>Shape Tool</i>	32
Figura 4.1 - (a) vista do laboratório, (b) bancadas, (c) armários, (d) mesa do professor.....	38
Figura 4.2 - Estilo de bancada usada no simulador	40
Figura 4.3 - Estilo dos armários usados no simulador.....	41
Figura 4.4 - Estilo da mesa do professor usada no simulador	41
Figura 4.5 - Visão completa do laboratório virtual	42
Figura 4.6 - Tela inicial do simulador	43
Figura 4.7 - Tela de informações do simulador.....	43
Figura 4.8 - Tela vista ao clicar em iniciar no simulador.....	44
Figura 4.9 - Armários.....	44
Figura 4.10 - Gaveta com a etiqueta Resistores	45
Figura 4.11 - Gaveta com a etiqueta Multímetro	45
Figura 4.12 - Mesa do professor.....	46
Figura 4.13 - Parte inicial do roteiro.	46
Figura 4.14 - Parte final do roteiro.	47
Figura 4.15 - Tela inicial da prática.	48
Figura 4.16 - Janela Protoboard.	48
Figura 4.17 - Janela ver resistores de mais perto.	49

Figura 4.18 - Janela Fonte.....	50
Figura 4.19 - Janela Multímetro.....	50
Figura 4.20 - Escolhendo um resistor.....	51
Figura 4.21 - Erro de resistor não selecionado.....	52
Figura 4.22 - Resistor no local errado.	52
Figura 4.23 - Janela do botão “Por quê?”.....	53
Figura 4.24 - Posição correta do resistor na protoboard.....	54
Figura 4.25 - Erros de medição.	54
Figura 4.26 - Inserindo cabos no multímetro.	55
Figura 4.27 - Medindo resistência.....	56
Figura 4.28 - Ligando a fonte de tensão continua.	56
Figura 4.29 - Medindo tensão.	57
Figura 4.30 - Medindo corrente.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Evolução da tecnologia da informação e comunicação	13
2.1.1	Simuladores e Realidade Virtual.....	15
2.2	Conceitos básicos e componentes eletrônicos	17
2.2.1	Conceitos básicos da eletricidade	17
2.2.2	Componentes eletrônicos	20
2.3	Ambiente de aprendizado prática: laboratórios	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1	Estudo do Unity	26
3.2	Modelagem dos objetos	30
3.2.1	ProBuider e suas funções.....	31
3.3	Programação em C#.....	33
4	RESULTADOS.....	37
4.1	Mapeamento e modelagem do laboratório físico	37
4.2	Estudo da prática laboratorial	42
5	CONCLUSÃO	59
6	REFERÊNCIAS	60
7	ANEXOS	62

1 INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, a tecnologia vem se aperfeiçoando, seja por ferramentas que são usadas no dia a dia para facilitar as notícias, como celulares e computadores, ou por máquinas que são capazes de salvar vidas, como as de raio-X e de quimioterapia. Essa evolução também está englobando a educação, onde antes eram limitadas as formas de adquirir informações via aulas ministradas sobre um devido assunto ou por livros físicos. Com os avanços tecnológicos e a chegada da internet, essas informações ficaram mais acessíveis para a população, na qual não é mais obrigatoriamente necessário procurar um livro físico para achar o que desejava, mas sim através de um computador e busca a devida informação almejada, seja por um artigo publicado na internet ou por um website de informações. O mesmo ocorre em aulas práticas, no qual os equipamentos usados também sofreram modificações, fazendo com que a assimilação do conteúdo ministrado pela teoria consegue ficar mais evidente.

Para ajudar na educação também foram criados simuladores, com os mais diversos objetivos, sejam eles para explicar através de uma simulação como ocorre algum fenômeno ou para ensinar algo antes de fazer isso de maneira presencial, como por exemplo os simuladores disponíveis em autoescola, os quais evitam que possíveis acidentes graves possam ocorrer por uma falha que poderia ser evitada. Como também softwares capazes de fazer cálculos matemáticos de forma correta de forma quase que instantânea, se fossem feitos de forma manual demandariam um certo tempo e ainda poderiam estar incorretos.

Com a chegada do isolamento social causada pela pandemia do COVID-19, as aulas que eram feitas de maneira presencial tiveram que migrar e adaptar com a modalidade remoto, no qual a tecnologia auxiliou para uma melhor comunicação entre professor e aluno. Isso foi possível através de plataformas, como o *Google Meet*, *YouTube*, *Discord*, entre outras, fazendo encontros em tempo real, entre eles para que fosse ministrada as aulas, além de ser possível exibir vídeos gravados e atividades para uma melhor compreensão sobre o assunto. Algumas escolas e universidades também disponibilizaram o acesso de livros de uma forma digital para que os estudantes não precisassem sair de casa, mas algumas disciplinas práticas, nas quais requerem equipamentos que estão presentes em laboratórios, tiveram de ser canceladas, por não poderem juntar alunos em um ambiente fechado para que fizessem os devidos

experimentos.

Algumas das disciplinas práticas que tiveram esse impacto foram as que apresentavam os conceitos básicos de eletricidade em sua ementa, na qual os equipamentos dispostos em laboratório não são facilmente acessíveis para alguns, além de poderem causar algum acidente caso manuseados sem a supervisão de um docente, mas através deles seria ensinado o funcionamento de alguns componentes básicos, entre eles a protoboard, o multímetro, a fonte de tensão e o resistor, como também sobre conceitos teóricos iniciais. O retorno as aulas presenciais poderiam causar alguns problemas, um deles seria que alguns alunos poderiam apresentar uma insegurança ao manusear os aparelhos, seja por nunca ter usado os equipamentos anteriormente ou se já tenham usado, mas esqueceram o seu funcionamento.

Portanto, esse trabalho vem com o objetivo da criação de um simulador 3D, através da plataforma *Unity 3D*, baseando sua estrutura no Laboratório de Eletricidade e Medidas Elétricas, localizado na UFERSA, campus Mossoró, onde o jogador inicialmente é livre para andar pelo local e conhecê-lo melhor, em seguida é redirecionado para fazer um experimento prático sobre Lei de Ohm, no qual terá que seguir uma série de comandos e resolver alguns desafios. Também será abordado um comparativo entre os resultados obtidos através da simulação e os resultados obtidos de modo teórico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta sessão, serão fornecidos dados sobre a evolução da tecnologia da informação e comunicação (TIC), desde o seu avanço nos últimos tempos, até como ela está sendo usada para o ensino, como também abordará conceitos sobre corrente, tensão e resistência, além da lei básica da eletricidade, em especial a equação da resistência, e do detalhamento de alguns componentes como resistores, protoboard, multímetro e fonte de alimentação. Por fim, será falado sobre o laboratório de Eletricidade e Magnetismo, onde consistirá em descrever sua ementa e a sua estrutura na universidade.

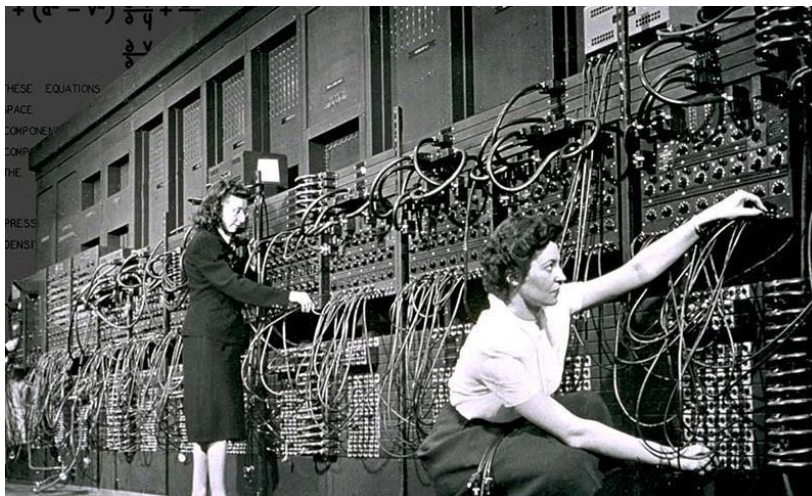
2.1 Evolução da tecnologia da informação e comunicação

PEREIRA, (2012), retrata dois períodos na história onde houve uma rápida evolução da tecnologia, o primeiro seria as duas revoluções industriais, que forneceram um conhecimento científico que futuramente iria servir como base para desenvolver aparelhos mais sofisticados, o segundo período seria no fim da Segunda Guerra Mundial, chamado de revolução tecnológica, onde se inicia a ‘sociedade da informação’, ele também menciona,

[...]O conceito visa expressar as transformações técnicas, organizacionais e administrativas, cujo ponto principal não são mais os insumos baratos de energia, como na sociedade industrial, mas sim a informação – em consequência dos avanços tecnológicos na microeletrônica e telecomunicações. [...].

Pode-se ver então que a TIC desde então vem alcançando novos patamares, um exemplo disso seria o primeiro computador eletrônico inventado em 1946, o Eniac (Figura 1.1), que tinha o peso de 30 toneladas e era capaz de executar 4500 cálculos por segundo, ao comparar com um notebook atual com um processador de 3.2 GHz e com uma estimativa de peso de 2 kg, é capaz de realizar de 3 bilhões a 200 bilhões de cálculos por segundo.

Figura 2.1 - Eniac, o primeiro computador eletrônico.



Fonte: Franzão, 2021.

Todo esse avanço da TIC auxiliou várias áreas em seu crescimento, como o setor econômico, o industrial e o social (PEREIRA, 2012). Na educação por sua vez, de acordo com RODRIGUES, (2009), o uso da informática na educação vem sendo objeto de estudo desde o final de 1970, procurando novos métodos para o aprimoramento do ensino, também é citado que a tecnologia veio para agregar conhecimento, seja através do uso de softwares, vídeos ou apresentação em slides, onde o aluno pode interagir diretamente com o conceito abordado, tendo assim um processo de aprendizagem diferente do usual.

Ao passar para a atualidade, desde o começo da pandemia provocada pela Covid-19, os alunos que inicialmente tinham aulas presenciais tiveram que migrar para o ensino a distância (EAD), onde uma das alternativas escolhidas foi o uso das TICs para o ensino, seja por encontros a distância, através plataformas como o *Google meet*, *YouTube* ou *Discord*, como também o uso de softwares, que seriam usados para a melhor compreensão do conteúdo ministrado.

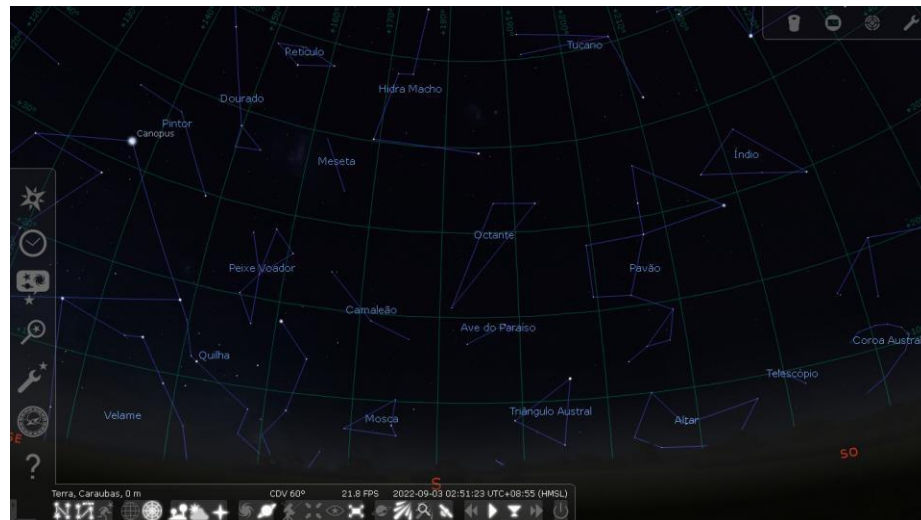
BROILO, (2021), retrata em seu artigo que a chegada abrupta do EAD, os alunos e professores que até então não tiveram contato com o ensino a distância, apresentaram uma certa dificuldade para se adaptar a esse novo estilo. Ele também menciona que para o ensino seja proveitoso é preciso que os alunos se comportem da mesma maneira que em uma sala de aula presencial, como também cumprirem com os seus deveres. Já para os professores ele fala o seguinte.

[...]Enquanto professor, a sua tarefa não é apenas repassar o conteúdo, porém transformá-lo em um objeto instigante de estudo através das mídias, utilizando som e imagem para recriar situações. A sua disposição os professores que trabalham com plataformas de ensino online podem contar com a criação de vídeo, utilizarem vídeo chamadas conversando ao vivo com seus alunos, elaborar exercícios por meio de documentos virtuais, enfim, usar da criatividade para construir aulas ricas em informações e que conduzam da melhor maneira os estudantes ao aprendizado.

Para que isso ocorra, as TICs tiveram que se aprimorar, Souza (2022) aborda em uma publicação que a indústria de software e de serviços de TIC, no Brasil, teve um crescimento de 6,5% em 2021 comparado com o ano anterior, ou seja, esse crescimento não é somente de empresas que buscam novas tecnologias para o seu benefício próprio, mas também o setor da educação se beneficia com essa evolução, fazendo com que os alunos não fiquem presos somente aos livros, por exemplo, podem buscar um melhor conhecimento através de softwares que simulam metodologias apresentadas em sala, ou usar alguma outra tecnologia da informação para a melhor compreensão do assunto.

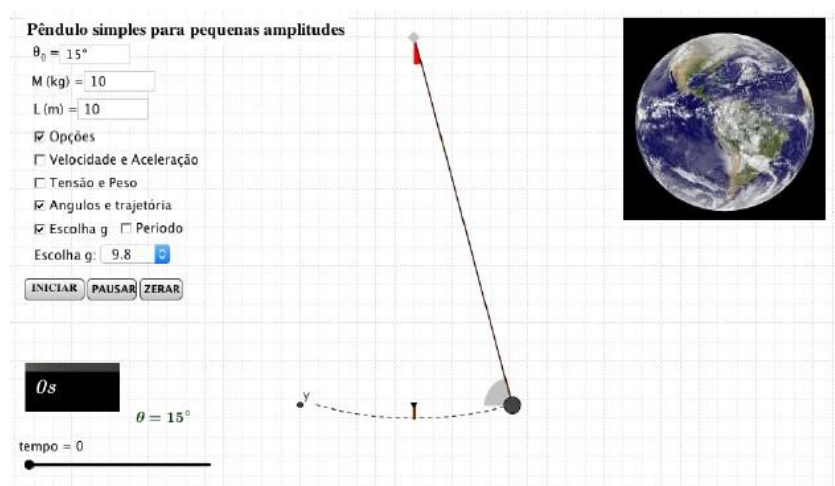
2.1.1 Simuladores e Realidade Virtual

Existem diversos tipos de simuladores para as mais diversas áreas, alguns deles podem ser citados, o Stellarium (Figura 2.2) tem como foco a astronomia, onde é possível através de coordenadas ou mesmo escolhendo um local desejado ao clicar em um mapa fornecido pela plataforma, movendo-se assim para a região escolhida, exibindo como estaria o céu naquele exato momento com as estrelas e os planetas visíveis, também é possível que ao clicar em algum dos astros, adquira várias informações sobre ele. Este simulador não fica somente restrito às estrelas observadas pela Terra, mas também em outros planetas, como também oferece várias outras funções para uma melhor experiência.

Figura 2.2 - Simulador Stellarium.

Fonte: ZOTTI, 2021.

Um outro exemplo de simulador é o feito por Jardim (2017), através do software GeoGebra, foi feita uma prática com o objetivo de ter uma melhor compreensão sobre um determinado assunto de física (Figura 2.3), que se trata de achar a dependência do período de oscilação de um pêndulo simples, para usá-lo basta atribuir valores nos locais permitidos é possível ver a simulação ocorrer, fazendo assim com que possa ser comparado os valores medidos teoricamente com os da simulação, além de ver como seria o comportamento do pendulo simples.

Figura 2.3 - Simulador para um pêndulo simples.

Fonte: JARDIM, 2017.

Por sua vez a realidade virtual (RV) pode vir a proporcionar uma interação mais

profunda com o usuário do que alguns simuladores 2D, BRAGA (2002), menciona que a RV seria uma experiência imersiva e interativa, dentro de um ambiente criado pelo computador em tempo real, seus gráficos em 3D, em seu artigo também é mencionado que existem três formas de RV, a passiva, onde o usuário tem pouca ou nenhuma interação, só sendo possível visualizar o que está acontecendo. O segundo formato é o exploratório, nesse já é possível uma movimentação livre pelo ambiente, porém não existe nenhum contato com os objetos dispostos ali. Por fim, a interativa, nessa o usuário pode tanto andar pelo ambiente, como também pode manusear itens dispostos no local.

Quando se fala na realidade virtual em um ambiente educativo, as três formas vão se adequar cada uma ao seu estilo, um exemplo disso é o ambiente virtual estudado por AYDOGAN, 2011, onde dentro dele é possível que um professor ministre suas aulas, se comunique com os alunos, além de poderem interagir com o ambiente 3D, para por em prática o que foi ensinado, onde também são capazes de manipular equipamentos que na realidade seriam muito perigosos, ele concluiu também que os alunos após essa imersão se mostraram mais motivados com o curso do que se a aula fosse somente na sala de aula.

2.2 Conceitos básicos e componentes eletrônicos

2.2.1 Conceitos básicos da eletricidade

Para entender os conceitos básicos da eletricidade é preciso inicialmente entender o que é carga elétrica. Segundo ALEXANDER, 2013, “Carga é uma propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria, medida em coulomb (C)”, sabe-se que um átomo é composto por prótons, elétrons e nêutrons, onde a carga de um próton equivale a $1,602 \times 10^{-19}C$ e de um elétron tem a mesma magnitude do próton, mas sua carga é negativa, já os nêutrons não possuem carga. A lei de conservação das cargas por sua vez diz que não podem ser criadas novas cargas, mas sim transportadas, ou seja, em um sistema a soma das cargas não vão se alterar.

Como as cargas elétricas podem ser transportadas de um local para outro, então se temo conceito inicial de corrente elétrica.

Quando um fio condutor (formado por vários átomos) é conectado a uma bateria (uma fonte de força eletromotriz), as cargas são compelidas a se mover; as cargas positivas se movem em uma direção, enquanto as cargas negativas se movem na direção oposta. A essa movimentação de cargas dá o nome de corrente elétrica. [...]. (ALEXANDER, 2013, p.6)

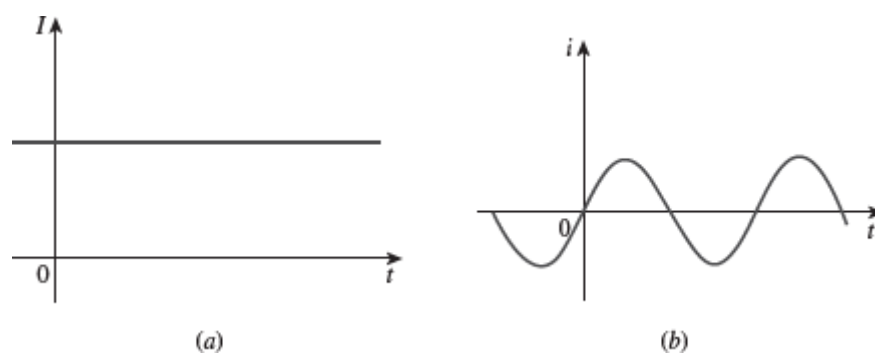
Assim podemos afirmar que um certo fluxo de carga elétrica está passando em um determinado período de tempo, assim é obtido a equação 2.1.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2.1)$$

onde q é a carga elétrica, dada em coulomb (C) e t é o tempo, dado em segundos (s) e i é a corrente, medida é o ampère (A), em homenagem a Andre-Marie Ampère (1775-1836). Então o equivalente de 1 A é 1 C/s.

A corrente elétrica apresenta alguns formatos entre eles estão, a corrente contínua (CC), essa independente da variação do tempo continuará constante, como pode ser visto na Figura 2.4 (a), e a corrente alternada (CA), tem uma variação de acordo com o tempo, seu formato é uma onda senoidal, representada na Figura 2.4 (b), essa também pode ser chamada de corrente senoidal.

Figura 2.4 - (a) gráfico da corrente contínua (CC), (b) gráfico da corrente alternada (CA).



Fonte: ALEXANDER, 2013.

De acordo com ALEXANDER, 2013, para que essa corrente elétrica venha a existir é necessário que uma bateria seja conectada ao circuito, como foi falado anteriormente, ou seja, é preciso que um trabalho ou transferência de energia seja mandada para o fio, onde esse trabalho seria exercido pela força eletromotriz (FEM), também conhecida como tensão ou diferença de potencial, de forma matemática é expressa na

equação 2.2:

$$v = \frac{dw}{dt} \quad (2.2)$$

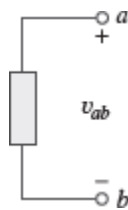
onde w é o trabalho ou energia, dada em joules (J), q é a carga, dada em coulomb (C) e v é tensão, medida em volts (V), em homenagem a Alessandro Antonio Volta (1745-1827).

Portanto 1 volt equivale a 1 joule/coulomb.

Ao pegar dois pontos quaisquer de um circuito (Figura 2.2) e fazer a medição de sua tensão é notado que de a para b terá uma queda na tensão de v_{ab} , e que de b para a terá uma elevação da tensão v_{ab} , ou seja, essas duas análises são equivalentes, assim pode-se afirmar que a equação 2.3 é verdadeira.

$$v_{ab} = -v_{ba} \quad (2.3)$$

Figura 2.5 - Sentido da tensão.



Fonte: ALEXANDER, 2013.

Por sua vez, o conceito de resistência de um material vai depender de alguns fatores, entre eles estão, o comprimento, quanto mais longo, maior será a resistência, outro fator seria a área transversal, que é inversamente proporcional a resistência e por fim a resistividade, esse fator vai variar seus valores de acordo com o material aplicado no circuito, como também ele varia com a temperatura, ou seja, quando maior a temperatura maior será a resistividade, onde ela é diretamente proporcional a resistência. Assim pode ser montada sua equação (2.4):

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.4)$$

onde ρ é a resistividade, dada por ohm-metro ($\Omega \cdot m$), L é o comprimento, dado em metros

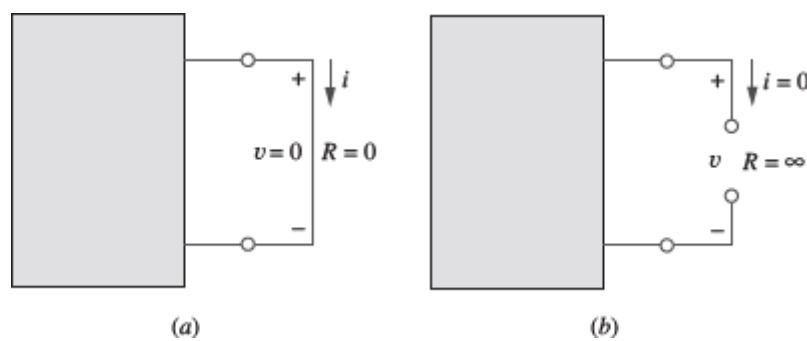
(m), A é a área transversal, também dada em metros (m), e R é a resistência, medida em ohm (Ω).

Georg Simon Ohm (1787-1854), foi quem verificou que a tensão que passava por um material condutor é diretamente proporcional a corrente que passa nele, isso se deu por vários testes que ele fez com essas matérias, onde comprovou sua hipótese, criando assim a equação (2.5), que foi chamada de Lei de Ohm.

$$v = iR \quad (2.5)$$

Para aplicar a equação (2.5) é preciso observar o sentido que a corrente flui no resistor e a polaridade da tensão, para que seus devidos sinais sejam preservados. Um caso importante são os valores que a resistência pode possuir, em um caso extremo se R for igual a zero (Figura 2.6 a), então não teria uma resistência, portanto o resistor se comportaria como um condutor perfeito, onde não teria uma tensão presente, mas a corrente continuaria possuindo um valor, para esse tipo de caso é dado o nome de curto-circuito, o outro caso extremo seria se R for para infinito (Figura 2.6 b), portanto, não iria passar corrente pelo ramo, mas ainda iria possuir uma tensão, para esse caso é dado o nome de circuito aberto.

Figura 2.6 - (a) curto-circuito, (b) circuito aberto.



Fonte: ALEXANDER, 2013.

2.2.2 Componentes eletrônicos

Para a montagem de um circuito, ou fazer com que passe corrente por ele e até mesmo que possa ser feita a medição de um ramo desejado, é preciso conhecer alguns componentes eletrônicos que vão auxiliar nas atividades.

Um desses componentes é o resistor (Figura 2.7), ele é responsável pela limitação de passagem de corrente no circuito, fazendo assim com que tenha uma diminuição da diferença de potencial, isso ocorre através do efeito Joule, onde converte a energia elétrica em energia térmica.

Figura 2.7 - Resistores.



Fonte: Helerbrock, 2022.

Para poder identificar qual a resistência que um resistor possui pode ser usado dois métodos, o primeiro seria a medição com o multímetro, esse aparelho será explicado posteriormente, e o segundo seria pela tabela de código de cores, como pode ser visto na Figura 2.8.

Figura 2.8 - Tabela de código de cores.

Color	Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Black	Preto	0	0	0	$\times 1 \Omega$	
Brown	Marrom	1	1	1	$\times 10 \Omega$	+/- 1%
Red	Vermelho	2	2	2	$\times 100 \Omega$	+/- 2%
Orange	Laranja	3	3	3	$\times 1K \Omega$	
Yellow	Amarelo	4	4	4	$\times 10K \Omega$	
Green	Verde	5	5	5	$\times 100K \Omega$	+/- 5%
Blue	Azul	6	6	6	$\times 1M \Omega$	+/- 25%
Violet	Violeta	7	7	7	$\times 10M \Omega$	+/- 1%
Gray	Cinza	8	8	8		+/- 0.5%
White	Branco	9	9	9		
Gold	Dourado				$\times 0.1 \Omega$	+/- 5%
Silver	Prateado				$\times 0.01 \Omega$	+/- 10%

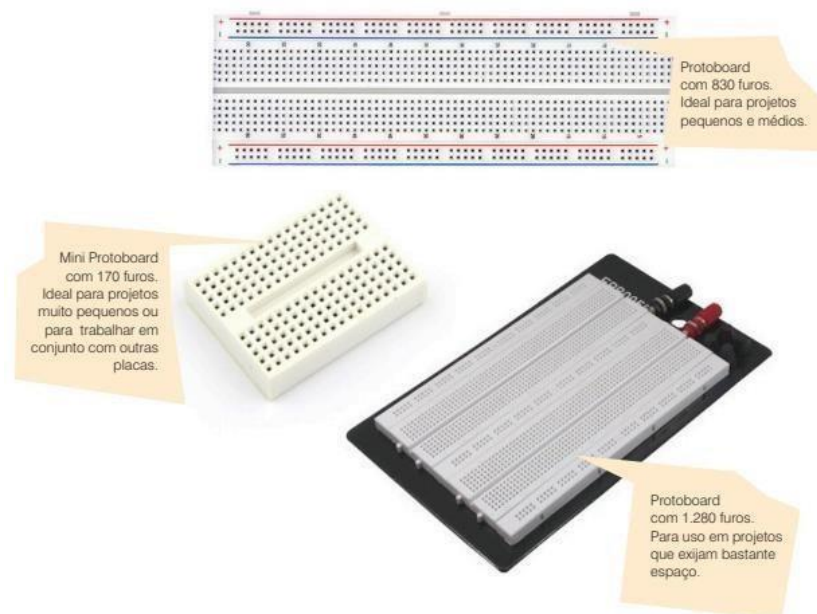
Fonte: Carlos, 2014.

Pode-se então encontrar sua resistência pelas suas faixas de cores, existe alguns tipos diferentes de resistores, entre eles estão, os com três faixas, onde as duas primeiras

são os Algarismos e a terceira é o multiplicador, ou seja, esses Algarismos serão o valor desse resistor que iram ser multiplicados pelo valor do multiplicador, obtendo assim o seu valor final, esse resistor por sua vez não apresenta a faixa de tolerância, então é suposto que é de 20%, isso quer dizer que pode ter uma diferença de mais ou menos 20% entre os valores teóricos (tabela de código de cores) e os valores medidos (multímetro). Para o de quatro faixas, segue a mesma ordem do anterior, porém, a sua última faixa se refere a tolerância. Por fim o de cinco faixas, também conhecida como resistores de precisão, as suas três primeiras são os Algarismos, a quarta o multiplicador e a última é sua tolerância, em geral é inferior aos dos tipos anteriores.

Para que esses resistores sejam usados em um circuito sem a necessidade de solda, é usado um protoboard (Figura 2.9), esse equipamento é composto por vários furos, onde em sua parte interna existe contatos elétricos metálicos.

Figura 2.9 - Exemplos de Protoboard.



Fonte: DREAMINC, 2022.

Em sua área de trabalho, localizada na parte central da protoboard, é o local onde se monta o circuito desejado, para que isso os componentes precisão está com seus terminais em diferentes colunas, por exemplo, ao pegar a protoboard de 830 furos da Figura 2.9, as colunas são as linhas verticais, cada uma delas tem os furos interligados com um contato elétrico metálico. Por fim, as extremidades da protoboard é o local onde se conecta

a alimentação do circuito, os contatos elétricos somente nesses trechos se dividem em duas linhas, um para o polo positivo da bateria e o outro para o polo negativo.

Para que essa alimentação ocorra é preciso de uma fonte de tensão (Figura 2.10), ela é capaz de variar a diferença de potencial fornecida, até o máximo estabelecida pelo fabricante. Para ligá-la ao circuito é preciso inserir os cabos, um na sua entrada positiva e o outro na negativa, que estão localizadas na parte inferior da fonte, mostrada na Figura 2.10, em seguida é preciso posicionar as pontas opostas dos cabos no local que desejado.

Figura 2.10 - Fonte de Tensão.



Fonte: Módulo Eletrônica, 2022.

Agora para fazer as medições desejadas na prática é preciso utilizar um multímetro (Figura 2.11), esse equipamento a depender de qual foi escolhido pode medir diferentes grandezas, tais como, tensão, corrente contínua e alternada, resistência, capacitância, temperatura, entre outras grandezas.

Figura 2.11 - Multímetro.



Fonte: DUTRAMÁQUINAS, 2022.

Para fazer as medições primeiro é preciso girar a chave central para a grandeza desejada, em seguida conectar as pontas de prova no multímetro, a negativa na entrada escrita COM, e a ponta positiva irá depender da medição, onde abaixo das entradas tem as suas especificações do que pode ser medido.

Ao escolher adequadamente as opções do multímetro, é possível achar os valores desejados, com o outro lado das pontas de prova. A depender de qual grandeza foi escolhida terá uma determinada posição para elas, ou seja, se para fazer uma medição que é preciso colocá-las em paralelo, então são posicionadas nos terminais ou nas mesmas colunas que o componente está posicionado na protoboard, agora se for preciso colocá-las em serie com o item, então é aberto o circuito para posicionar uma das pontas no local removido da protoboard e a outra no terminal retirado.

2.3 Ambiente de aprendizado prática: laboratórios

O laboratório de eletricidade e magnetismo localizado na UFERSA, campus Caraúbas, de código CCT1828, onde faz parte da grade curricular de Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, oferece a seguinte ementa: Experimentos associados ao conteúdo da disciplina Eletricidade e Magnetismo. Força e campo elétrico. Potencial elétrico. Capacitância e dielétricos. Corrente, resistência e circuitos elétricos. Força e Campo magnéticas. Força eletromotriz induzida. Indutância. Motores e Geradores Elétricos.

Algumas outras disciplinas que oferecem as práticas de conceitos básicos de eletricidade são, Eletrotécnica para Construção, de código CEN2139, Eletrotécnica para Engenharia Mecânica, de código CEN2140, Laboratório de Circuitos elétricos, de código CEX0306, são fornecidas no campus Caraúbas.

Os docentes aplicam esta ementa de acordo com a prática ministrada, por exemplo, ao fazer um experimento sobre as Leis de Kirchhoff ou sobre a Lei de Ohm, ambas vão abranger o tópico de corrente, resistores e circuitos elétricos. Sendo assim, por mais que um dos itens se repitam ao decorrer das práticas, não quer dizer obrigatoriamente que o mesmo conceito está sendo tabalhado novamente, como no exemplo anterior, onde a primeira Lei está com um foco na resolução de circuitos mais complexos, que não é possível solucioná-lo somente aplicando a Lei de Ohm.

Em relação a sua atual localização do laboratório de eletricidade e magnetismo no campus Caraúbas, está no bloco dos professores 2, na sala laboratório de física. O local oferece mesas para os alunos executarem as práticas e fazerem anotações, como também fornece uma série de equipamentos para os experimentos, entre eles estão: protoboards, multímetros, fontes de tensão, resistores, capacitores, indutores, bobinas, cabos de conexão, entre outros materiais úteis para os procedimentos. Outros locais no campus Caraúbas que tem uma estrutura adequada para as práticas de conceitos básicos de eletricidade é o LEED, localizado no bloco Laboratórios 1 e o LAMEP, no bloco Laboratórios 2.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta sessão, será abordado a construção de um simulador virtual de um laboratório de eletricidade e magnetismo, na qual será visto a escolha do software usado para a sua fabricação e suas devidas funções, será abordado também a modelagem dos objetos, como a linguagem de programação utilizada, para que seja possível a sua simulação.

3.1 Estudo do Unity

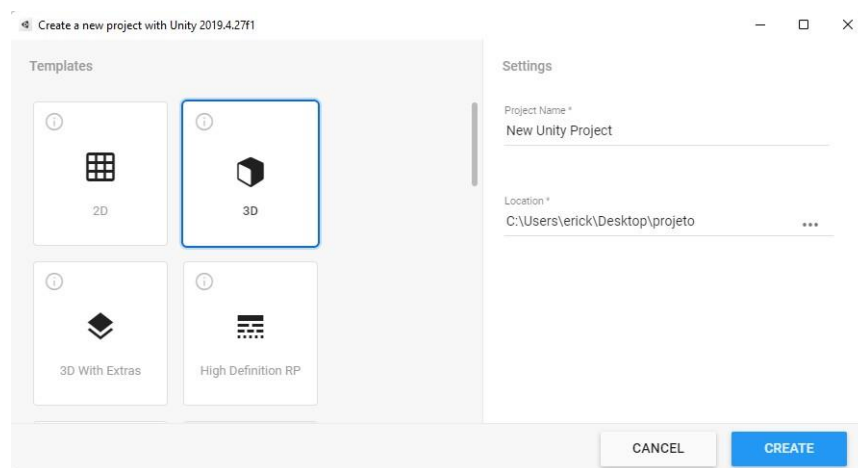
O *Unity*, criada por David Helgason, Nicholas Francis e Joachim Ante em 2005, é um software onde é feito a criação de jogos dos mais diversos modelos, como por exemplo, de aventura, como o *Cuphead*, de cartas, como *Hearthstone*, ou mesmo educativos, como o feito por Henriques (2021). Através dela também é possível escolher como será o dimensionamento do jogo, ou seja, se ele vai ser em 2D, 3D, realidade aumentada, além de qual é a plataforma que irá funcionar, se ele vai ser para computadores, celulares ou óculos de realidade aumentada.

O *Unity* ainda conta com um site (<https://learn.unity.com/>), onde é possível aprender de forma gratuita sobre a plataforma, como também sobre sua programação, que vale tanto para iniciantes, como aquelas pessoas que já tem uma experiência e que buscam saber mais. Onde dentro do website é apresentado vários cursos que são divididos em etapas, cada uma delas apresenta uma descrição e um vídeo prático.

Também existem alguns outros sites, como o <https://assetstore.unity.com/>, onde é possível fazer a compra de objetos que outras pessoas fizeram, ou roteiros com uma programação já pronta, como também é vistos jogos completos para que sejam comprados, onde esses podem ser usados tanto para modificá-los ou aprender como foram feitos.

Agora com relação ao programa em si, logo após baixar o software, é pedido que se insira uma versão desejada do *Unity*, como a plataforma já tem algum tempo, existe diversas versões, onde cada uma apresenta uma característica própria ou uma melhoria de uma versão antiga. Depois dessa escolha é chegada a hora de selecionar qual será o modelo de programação (2D, 3D, entre outras), como é possível observar na Figura 3.1.

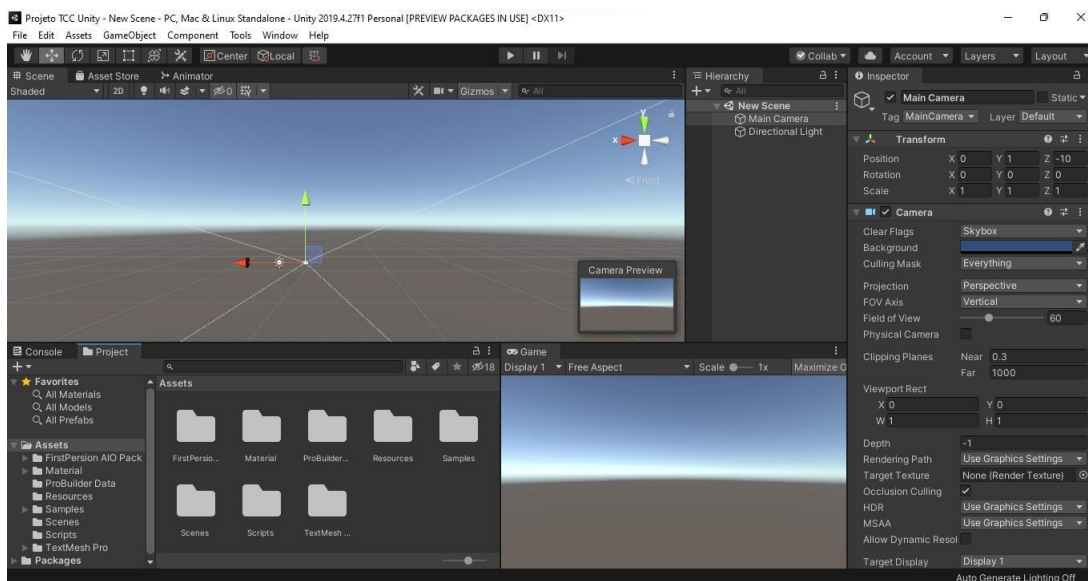
Figura 3.1 - Modelos para a programação.



Fonte: Autoria própria.

Ao escolher o modelo adequado para o jogo é passado para a tela de iniciação do software (Figura 3.2), através dela que é feito o projeto. Para entender um pouco mais sobre essa tela será explicado alguns componentes principais, *scene*, *console*, *Game View*, *Project*, *game*, *hierarchy* e *inspector*.

Figura 3.2 - Tela de inicial do Unity.



Fonte: Autoria própria.

Para iniciar será falado sobre a *scene*: ela é a janela localizada na parte superior a esquerda, nela é possível fazer a alocação do ambiente que se passará o jogo, como também pode posicionar os objetos nos locais adequados, além de poder selecionar objetos para se sejam modificados ou removidos.

Já para a parte de console, na Figura 3.2 essa janela não está aberta, mas ele serve para exibir mensagem a depender do que os roteiros de programação pedem, além de informar se tem algum erro no projeto, que impossibilita o programador de fazer com que o programa rode na perspectiva do *player*.

A perspectiva do *player* ou *Game View* está localizada na parte mais superior e central da Figura 3.2, onde é representada por três botões, o mais à esquerda é o *play*, que tem como função iniciar o programa na visão do jogador e ao pressionar novamente sair dessa função, o botão central é o *pause*, onde é usado para pausar a cena quando o *play* já está pressionado, por fim o botão mais à direita é o *step*, esse tem como objetivo ter um avanço de um quadro por vez, ou seja, sendo útil para observar transições ou algum efeito que será exibido de uma maneira mais detalhada.

A janela *Project* por sua vez, localizada no canto inferior à direita, fornece um conjunto de pastas com arquivos importantes para que o jogo aconteça, entre eles tem a pasta *material*, que pode armazenar texturas usadas no jogo, imagem e objetos, já a pasta de *scripts*, é onde estão todos os roteiros de programação e a pasta *scenes*, é onde é colocado

as diversas cenas que o projeto pode ter, onde em cada uma apresenta um cenário diferente ou igual, mas que muda alguns aspectos.

Já o *game*, janela ao lado direito de *project*, é visto o jogo na visão do jogador, na parte de criação do jogo ela é usada para ver se não apresenta nenhum erro que não foi detectado anteriormente pelo console, além de poder observar se o projeto está no caminho que o autor fez ou se está apresentando algo indesejado.

Agora para *hierarchy*, localizado a direita de *scene* e acima de *game*, é onde são vistos todos os *GameObject*¹ dispostos no projeto, ele também pode ser usado para selecionar um objeto somente ao clicar em seu nome.

Por fim o *inspector*, localizado a direita da Figura 3.2, para a abertura dessa janela é preciso que algum *GameObject* tenha sido selecionado anteriormente. Nela é possível fazer diversas modificações no objeto, inicialmente na parte superior é possível fazer a alteração do nome do objeto, do lado esquerdo ao nome tem uma caixinha, que pode fazer com que o *GameObject* não fique visível na cena, mas com que continue lá, como também é possível atribuir *tags*² a esses objetos.

Ainda no *inspector* é apresentado o *transform*, esse por sua vez pode ser usado para modificar a localização do objeto, rotacionar em seu próprio eixo e alterar suas dimensões, isso é possível ser feito pelas coordenadas X, Y e Z, a depender de onde a câmera estiver posicionada um eixo se moverá na horizontal entre direita e esquerda, o outro também na horizontal, mas para frente e para trás e o último eixo se move na vertical de cima para baixo.

Outra função que o *inspector* apresenta são as modificações do próprio *GameObject*, ou seja, adição de uma cor sólida ou uma textura ao material, colocar ou remover a gravidade dele, adicionar roteiros ao objeto, para que ele faça alguma ação desejada, entre outras funções que vão se adequar a cada componente.

¹ “Qualquer objeto em um jogo é um *GameObject*: personagens, luzes, efeitos especiais, adereço —tudo”. (UNITY TECHNOLOGIES, 2022).

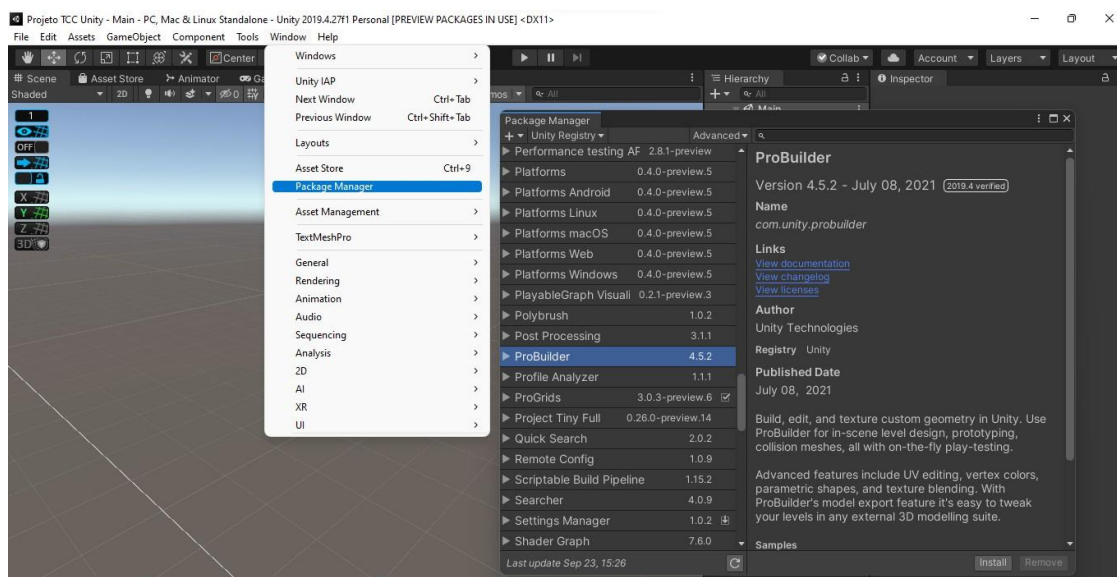
² “Um *Tag* é uma palavra de referência que você pode atribuir a um ou mais *GameObject*. [...] As *tags* ajudam a identificar *GameObjects* para fins de script. Eles garantem que você não precise adicionar *GameObjects* manualmente às propriedades expostas de um script usando arrastar e soltar, economizando tempo ao usar o mesmo código de script em vários *GameObjects*.” (UNITY TECHNOLOGIES, 2022).

3.2 Modelagem dos objetos

A modelagem dos objetos foi feita de duas maneiras: a primeira é pegar os objetos prontos, através de sites que tinham a opção de adquiri-los gratuitamente, como foi falado na seção 3.1; a segunda maneira é modelar através de algum software, então foi escolhido o *ProBuilder*, por motivos de ser um pacote fornecido pelo *Unity*, onde é possível a criação de peças dentro da plataforma, fazendo assim com que não seja preciso exportar de outro programa escolhido para o *Unity*.

Para instalar o *ProBuilder* é preciso ir na barra mais superior que é apresentado no programa, em seguida clicar em *Window*, depois em *Package Manager*, e então irá abrir uma aba com vários pacotes, ao descer essa lista é encontrado o *ProBuilder*, em seguida é só ir na opção *install*, isso pode ser visto na Figura 3.3.

Figura 3.3 - Instalando ProBuilder.

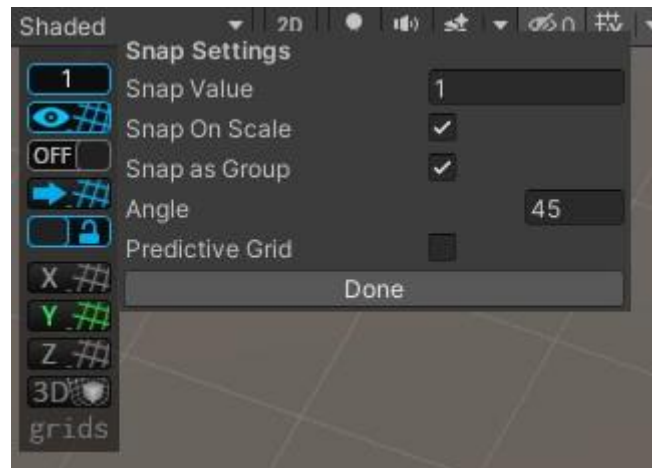


Fonte: Autoria própria.

Para auxiliar o *ProBuilder* foi instalado o *ProGrids* (Figura 3.4), a sua função seria que por meio de grades, ou seja, as linhas que são criadas pelo próprio pacote e exibidas na janela *scene*, deixar os objetos alinhados e espaçados de uma maneira uniforme em relação uns aos outros, quando relacionado com o *ProBuilder*, ele auxilia na construção de peças,

as deixando em um formato simétrico, sem a sua ajuda demandaria mais tempo para a verificação de sua simetria.

Figura 3.4 - ProGrids.



Fonte: Autoria própria.

3.2.1 ProBuilder e suas funções

O *ProBuilder* adiciona uma série de funções para a modelagem de objetos, nessa seção será explicado as principais usadas no projeto. Inicialmente ao observar a Figura 3.5, acima da janela *ProBuilder*, é possível ver quatro itens, esses são usados para a movimentação das peças, esse quadro fica localizado na janela de *scene*.

Figura 3.5 - Janela do ProBuilder.

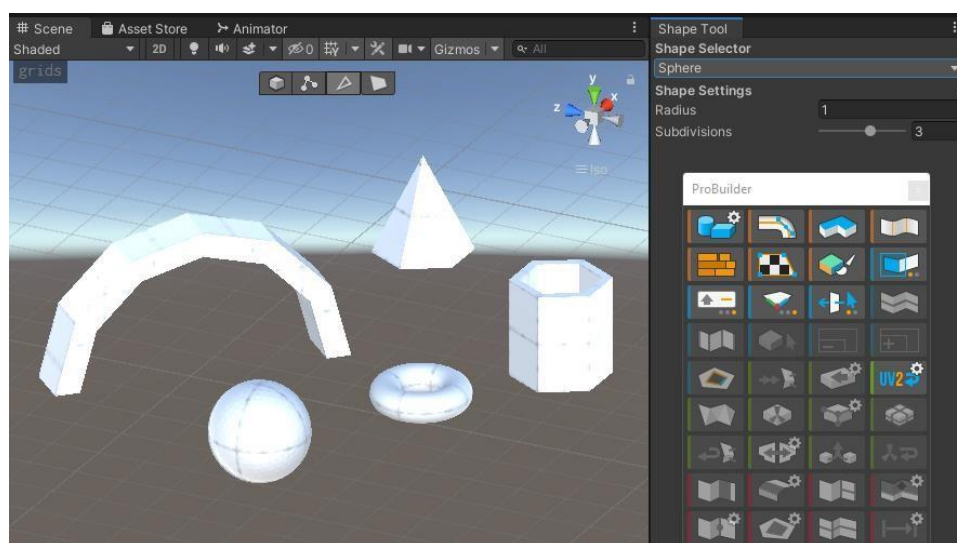


Fonte: Autoria própria.

O primeiro item da esquerda para a direita, move a peça por completo, somente essa opção não consegue causar alterações no formato ao fazer a movimentação, o segundo é responsável por mover os vértices, por exemplo, em um cubo ela pode mexer as suas pontas e formar um novo objeto. A terceira opção faz a movimentação das linhas que compõem a peça, isso vai valer tanto para as bordas como para linhas que não estão nas extremidades, a última opção faz com que as faces doo objeto se movam.

Com relação a janela do *ProBuilder*, que pode ser vista na Figura 3.5, tem essa primeira opção, chamada de *Shape Tool*, é responsável pela criação de objetos pré-definidos, ou seja, ela dá opções de objetos já feitos para pôr na cena, alguns deles podem ser visto na Figura3.6.

Figura 3.6 - Exemplos de Objetos do *Shape Tool*.



Fonte: Autoria própria.

Um outro item que foi aplicado, foi o *New Bezier Shape*, ao observar a Figura 3.5, seria a segunda opção da primeira fileira. Ele é posto na cena inicialmente como um arco cilíndrico, que é capaz de assumir comprimentos maiores e ao longo da sua estrutura fazer diversas curvaturas com uma facilidade maior que usando diversos arcos feitos pelo *Shape Tool*. Essa ferramenta foi útil na composição dos cabos das pontas de prova.

Algumas funções só são habilitadas quando é escolhido alguma função de movimentação diferentes, seja pode linha, ponto ou face, as mais usadas no projeto forama de curvar as bordas dos objetos, que na janela do *ProBuilder* da Figura 3.6 é o segundo itemda penúltima fileira, chamado de *Bevel Edge Setting*, ao selecionar a linha, ele vai

ser chanfrada somente nela, e quando seleciona a face esse chanfrado vai para todas as linhas que ela toca, a distância entre o chanfrado também é possível ser modificado, podendo assim fazer uma curvatura no objeto.

Uma outra função seria a adição de mais linhas ao objeto, para essa opção o programa fornece diversos formatos, onde alguns só poderão ser usados quando clicar em alguma movimentação específica, entre os formatos estão, a adição de uma linha única, na horizontal ou na vertical, são eles o *Connect Edges* e o *Insert Edge Loop*, na qual é possível fazer sua movimentação como desejar, a outra é uma linha na diagonal, são eles o *Triangulate Object* e o *Triangulate Faces*, onde cortar a face ao meio, por fim a que vai adicionar duas linhas, que é o *Subdivide Object* e o *Subdivide Faces*, cortando a face em quatro quadrantes. Essas funções são úteis na parte de modelação pois ao dividir a área em mais locais, poderá ter um maior detalhamento na construção das peças.

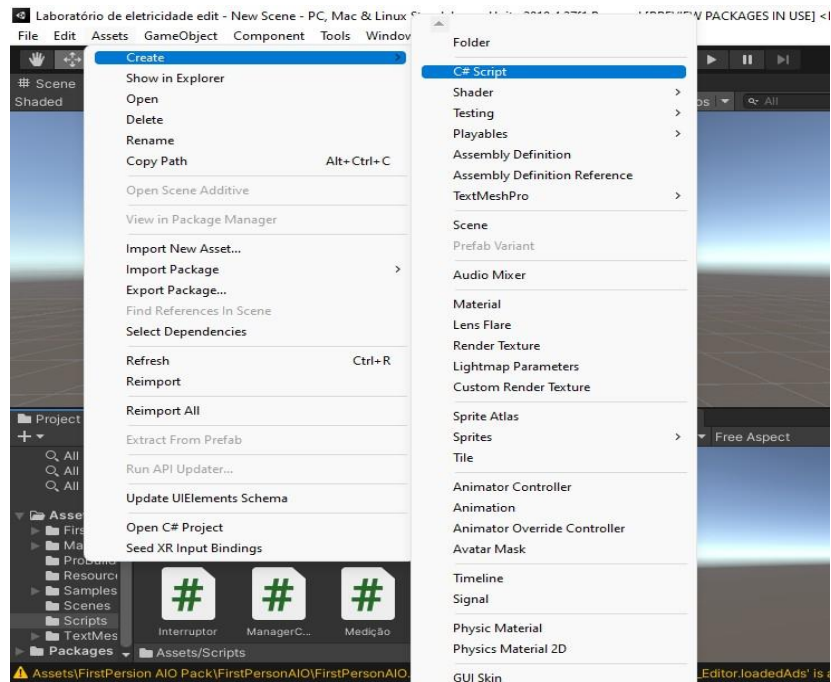
3.3 Programação em C#

Com relação a linguagem de programação usada para a criação do projeto foi a C#, para auxiliar na construção dos *scripts*⁴ é usado o Microsoft Visual Studio, plataforma onde são aceitas diversas linguagens, entre elas estão presentes JavaScript, Python, CSS, C#, entre outros tipos.

Inicialmente é preciso saber como é feita a criação de um *script*, ela pode ser de duas maneiras, a primeira seria indo na barra superior em *Assets*, em seguida ir em *Create*, por fim em *C# Script*, como pode ser visto na Figura 3.7, no qual será criado um arquivo na pasta que estiver aberta na janela *Project*. O outro método seria, ao clicar com o botão direito do mouse dentro de uma pasta da janela *Project*, que iria abrir a mesma lista de opções que a *Assets* fornece, e o arquivo seria inserido dentro desta pasta, por questão de organização é criado uma pasta que são postos todos os *scripts*.

⁴ Scripts, do inglês roteiros, é onde são feitos códigos desejados para que seja associada a algum objeto, para que o mesmo execute alguma ação.

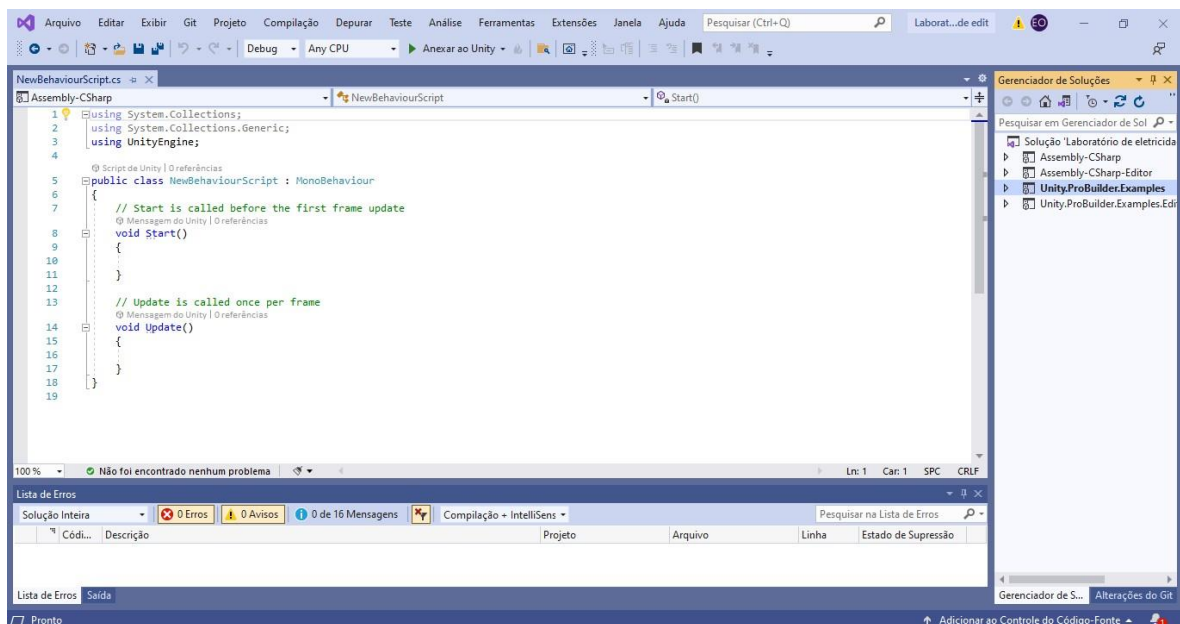
Figura 3.7 - Criação de um Script.



Fonte: Autoria própria.

Ao abrir o *script* pela primeira vez irá se deparar com a Figura 3.8, no qual é usado o Microsoft Visual Studio para fazer as modificações no roteiro. Na maior aba é onde é escritos roteiros, na qual é dividida em alguns pontos, na parte mais superior é o local que fica as bibliotecas, por sua vez tem objetivo adicionar ou remover funções no projeto, isso será para que os jogos não precisem de um armazenamento muito elevado por apresentarem todas as bibliotecas em cada *script*, nas quais várias delas não serão usadas na criação dos roteiros.

Figura 3.8 - Janela para a modificação dos *scripts*.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida é visto o *public class*, local onde apresenta o nome do *script* e que dentro dele é escrito o programa, para saber o início e o fim dessa função e das demais funções na linguagem C# são usadas as chaves, que podem ser vistas na Figura 3.8. Para a criação dos roteiros usados no projeto foi preciso adicionar alguns estilos de variáveis e de funções.

Para a adição de variáveis inicialmente é preciso saber se ela ficara visível ou não ao observar o *script* dentro do *Unity*, para deixa-la visível, é usado o comando *public* e para que ela não seja vista é usado *private*, posterior a esses dois comandos é identificado se o que será criado é um *GameObject*, *bool* ou *float*, ou seja, se irá ser um objeto da cena ou uma booleana⁵ ou mesmo um valor numérico. Posteriormente à identificação, é dado um nome, para que ao longo do roteiro possa se referir a essa variável, como também quando estiver como *public* será possível observa-la na cena sendo possível ser identificada, por fim é preciso usar o ponto e vírgula (;), para identificar que aquela linha de código acabou e irá iniciar outra.

As funções por sua vez têm com o objetivo de se uma condição inicial for imposta uma ação será executada, algumas das funções mais usadas no projeto serão citadas a seguir:

- *void Start*: sempre que o jogo for iniciado a ação disposta ali será executada, só sendo possível executa-la novamente se outra função for posta ou se o jogo for reiniciado.

- *void Update*: ao longo do tempo as ações ou funções postas dentro dela serão verificadas e postas em prática.
- *public void ... ()*: para essa função posteriormente ao void é posto algum nome, só irá ser ativa quando algum objeto que estiver associado a ela apresentar alguma ação, executando o que estiver dentro dela.
- *public void OnMouseDown*: ao pressionar o botão esquerdo do mouse em cima de algum objeto que estiver com um *script* que tem essa função, então ele será ativado e irá fazer o que o roteiro dentro dele manda.
- *if () / else*: o *if* irá fazer o comando se o que estiver entre parênteses for verdadeiro, se for falso é passado para a próxima função que seria o *else*, ela por sua vez fala que se as condições do *if* não forem aceitas será executado o que estiver dentro do *else*. Também é possível ter mais de um *if* seguido, não sendo obrigado a sempre seguir a ordem de um *if* e um *else*.
- *Set.Active (true ou false)*: para esse comando anterior ao ponto tem que ser mencionado a qual variável está se referindo, então se estiver *.Set.Active (true)* o objeto irá ser visível na cena, e se estiver *.Set.Active (false)* ele vai desaparecer.

Por fim, com os *scripts* já feitos, é preciso associá-los aos objetos, isso pode ser feito ao arrastar eles até o objeto na janela de *scene* ou *hierarchy*, como também pode ser adicionando pela janela inspector, em *Add Component*, em seguida em *scripts*, que irá ter todos os roteiros feitos, só sendo preciso selecionar.

⁵ Booleana é um valor que só pode apresentar dois resultados verdadeiro ou falso.

4 RESULTADOS

O simulador de atividades no laboratório de eletricidade, produto principal deste trabalho, está certificado como Programa de Computador Registrado sob processo N° BR512021002998-4 pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), válido por 50 anos a partir de 1° de janeiro subsequente a data de 07/11/2021, em conformidade com o §2°, art. 2° da Lei 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Registra-se o agradecimento ao Núcleo de inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pelo suporte na certificação do projeto junto ao INPI.

Esta sessão será dividida em dois tópicos, inicialmente será tratado do mapeamento do laboratório físico, o segundo tópico tratará do passo a passo de execução da prática no simulador, com validação dos resultados medidos com a teoria envolvida.

4.1 Mapeamento e modelagem do laboratório físico

A modelagem do laboratório foi baseada tanto no roteiro da prática Lei de Ohm, que pode ser conferido na seção de anexos, como também teve inspiração no local físico. Com relação ao roteiro, o objetivo seria está presente nas cenas que compõem o procedimento, onde iria fornecer informações do que é preciso para o experimento, com o propósito de auxiliá-lo no melhor entendimento sobre a medição das resistências e de como se aplica a Lei de Ohm, como também fornece quais os materiais que são precisos para a execução da prática, entre eles estão os resistores, a protoboard, a fonte de alimentação CC e o multímetro, onde esses serão modelados posteriormente a construção da estrutura do laboratório virtual.

A modelagem do laboratório objetiva fidedigna visualização dos seus componentes e ambiente físico, para maior familiaridade e imersão na experiência do simulador. Em se tratando do roteiro da Lei de Ohm, foi escolhido o Laboratório de Eletricidade e Medidas Elétricas, localizado no campus Mossoró³, ilustrados nas Figuras. Lá, o aluno tem a completa estrutura física e de equipamentos que possibilitam a realização desta prática, como os multímetros, protoboards, resistores, fontes CC, entre outros.

Figura 4.1 - (a) vista do laboratório, (b) bancadas, (c) armários, (d) mesa do professor.
(a)



Fonte: Autoria própria.

(b)



Fonte: Autoria própria.

³ O Campus Caraúbas possui o Laboratório de Circuitos Elétricos, Eletrônicos e Digitais (LEED), com bastante similaridade ao usado na modelagem deste simulador. Porém, por estar situado no bloco de laboratórios 1, encontra-se atualmente interditado por motivos de segurança

(c)



Fonte: Autoria própria.

(d)



Fonte: Autoria própria.

Como mapeamento do laboratório, é passado à hora da modelagem do simulador. Para as bancadas (Figura 4.2), ao comparar com a Figura 4.1 (b), na parede a frente da bancada só foi posto tomadas do padrão brasileiro (NBR 14136), pois os equipamentos utilizados na simulação só teriam a necessidade para esse estilo. Com relação aos bancos foi optado por deixá-los com uma textura de madeira, semelhante ao que está presente na Figura 4.1 (a).

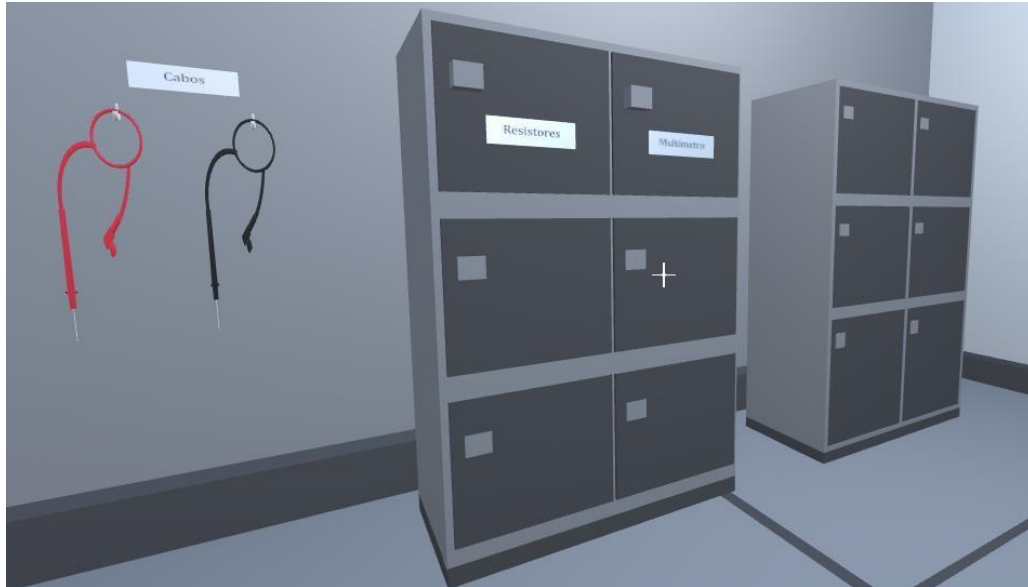
Figura 4.2 - Estilo de bancada usada no simulador.



Fonte: Autoria própria.

Com relação aos armários projetados (Figura 4.3), que são presentes no local físico, como é visto na Figura 4.1 (c). No simulador eles foram divididos em gavetas, em cada uma apresenta um nome do que iria ver dentro dela e os respectivos equipamentos. Também foi implementado no simulador um local ao lado dos armários onde é possível ver as pontas de prova usadas nos equipamentos, guardadas em ganchos.

Figura 4.3 - Estilo dos armários usados no simulador.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida foi feita uma modelagem para a mesa onde o professor estaria (Figura 4.4), nela foi colocado um computador, e o roteiro da prática, no qual o jogador pode ter acesso dela antes de iniciar o procedimento. Por fim, é possível ter uma vista geral do laboratório virtual ao observar a Figura 4.5.

Figura 4.4 - Estilo da mesa do professor usada no simulador.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.5 - Visão completa do laboratório virtual.



Fonte: Autoria própria.

4.2 Estudo da prática laboratorial

Nesta sessão, será realizada, passo a passo, a simulação da prática. Objetiva-se, portanto, alcançar resultados positivos no que se refere a detalhamento de imersão na experiência do usuário; bem como os fenômenos físicos e matemáticos que envolvem a prática refletirem de forma satisfatória a experiência prática.

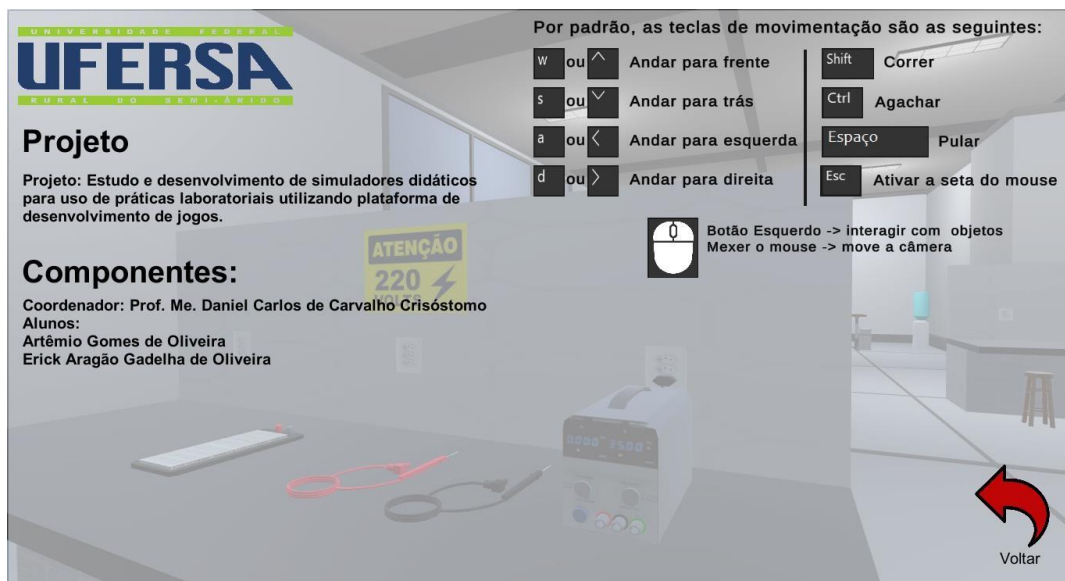
As primeiras impressões ao abrir o simulador pela primeira vez (Figura 4.6), é visto a logo da UFRSA, logo abaixo o nome do simulador, Laboratório de Eletricidades, com uma breve descrição sobre o projeto, em seguida três botões, o primeiro (Iniciar) vai mover o jogador para dentro do laboratório virtual, o segundo botão (Informações) vai encaminhar para uma janela onde apresenta novamente um breve resumo sobre o projeto, como os componentes que colaboraram na construção do jogo, além de informar todos botões do teclado e do mouse que podem ser usados na simulação, com suas devidas funções, essa janela de informações é vista na Figura 4.7. Por fim, o botão de sair, que fecha o programa.

Figura 4.6 - Tela inicial do simulador.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.7 - Tela de informações do simulador.



Fonte: Autoria própria.

Ao clicar em iniciar o jogador irá se deparar com a Figura 4.8, onde é possível com que ele ande por todo o laboratório virtual, com as teclas w, a, s, d, também poderá mover a câmera ao movimentar o mouse, como está sendo informado nas informações da Figura 4.7.

Figura 4.8 - Tela vista ao clicar em iniciar no simulador.



Fonte: Autoria própria.

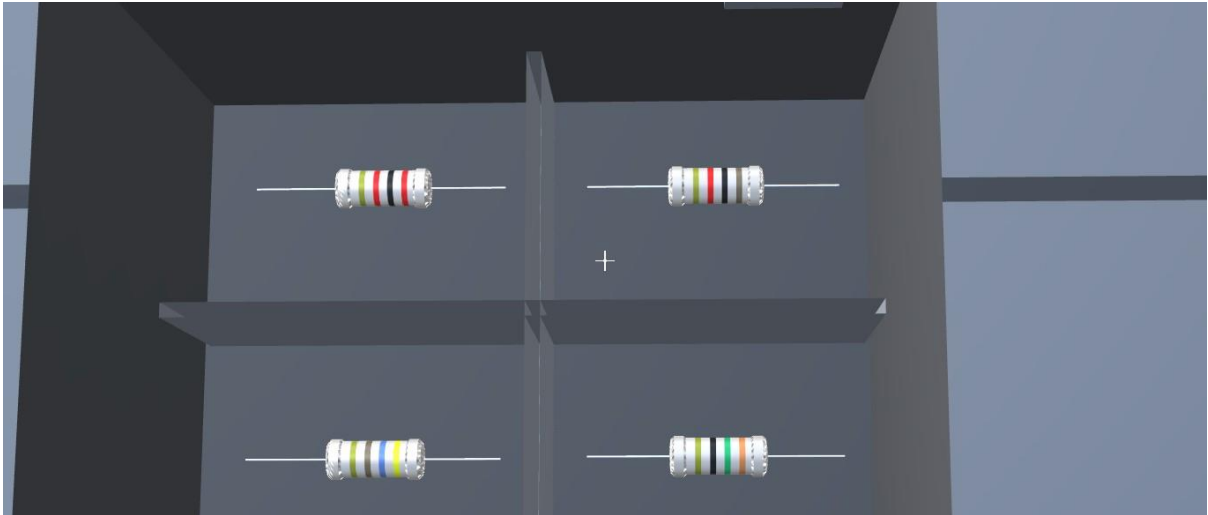
Andando pelo laboratório, o usuário vai se deparar com os armários, como é visto na Figura 4.9, onde nas gavetas que apresentam etiquetas é possível fazer uma interação, ao clicar com o botão esquerdo do mouse o compartimento se abrirá e será possível observar o que tem dentro delas, que será equivalente ao que tem escrito em cada etiqueta, como pode ser visto nas Figuras 4.10 e 4.11. Para sair da câmera de vista dentro dos armários só basta clicar novamente com o botão esquerdo do mouse.

Figura 4.9 - Armários.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.10 - Gaveta com a etiqueta Resistores.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.11 - Gaveta com a etiqueta Multímetro.



Fonte: Autoria própria.

Para iniciar a prática em si, é preciso se encaminhar até a mesa do professor, que se encontra ao lado dos armários (Figura 4.12) e interagir com o roteiro que está em cima dela.

Figura 4.12 - Mesa do professor.



Fonte: Autoria própria.

Ao abrir o roteiro vai ser visto a Figura 4.13, onde não é possível movimentar a barra que está na parte inferior da janela, para isso é preciso apertar a tecla *esc*, para que possa ser habilitado o ponteiro do mouse e assim mover livremente o roteiro, ao mover o roteiro para a direita vai ser possível ver uma seta vermelha, ela tem como função voltar para o laboratório caso desejado.

Figura 4.13 - Parte inicial do roteiro.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS CARAÚBAS
PROJETO: ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES
DIDÁTICOS PARA USO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS
UTILIZANDO PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS.

LEI DE OHM

1. OBJETIVOS

- Observar a estrutura do laboratório
- Verificar experimentalmente a Lei de Ohm;
- Determinar o valor de resistências pelas medidas de tensão e corrente e pelo gráfico da característica elétrica;
- Familiarização com os gráficos $V \times I$.

2. INTRODUÇÃO

Os materiais geralmente possuem um comportamento característico de resistir ao fluxo de carga elétrica. Essa propriedade física, ou habilidade, é conhecida como resistência e é representada pelo símbolo R . O elemento de circuito usado para modelar o comportamento da resistência à corrente de um material é o resistor. Para poder construir os circuitos, os resistores normalmente são feitos de folhas metálicas e compostos de carbono. Credita-se a Georg Simon Ohm (1787-1854), físico alemão, a descoberta da relação entre corrente e tensão para um resistor. Essa relação é conhecida como lei de Ohm.

A lei de Ohm afirma que a tensão v em um resistor é diretamente proporcional à corrente i através dele.

$$v = R \times i$$

3. MONTAGEM

Usando os componentes disponíveis em laboratório monte o seguinte no protoboard para realizar as medições:

Figura 1 – Primeiro circuito a ser montado



Fonte: Autoria própria

4. MATERIAL UTILIZADO

- Resistores Variados;
- Fonte CC;
- Multímetro Digital;

Fonte: Autoria própria.

Movendo o roteiro para a esquerda vai ser possível ler ele por completo, como também ao chegar em seu final vai ser exibido um botão de iniciar (Figura 4.14), onde ao clicá-lo será redirecionado o jogador para dentro da prática Lei de Ohm.

Figura 4.14 - Parte final do roteiro.

EXPERIMENTAL

laboratório. Contemple as bancadas e se dirija ao balcão, disponíveis para a prática. Em seguida, inicie a prática 1. Abra o Protoboard e faça a leitura do código de cores para resistores (Utilize a ferramenta "Ver resistores de perto" para mais detalhes).

Monte o circuito com o objetivo de realizar a medição destes resistores. Insira o Multímetro, insira os cabos e posicione o cursor do Multímetro. Compare com os valores teóricos. Conecte o módulo Fonte, confira sua ligação. Insira os cabos e monte o circuito da Figura 1, utilizando a fonte regulável de tensão CC. Ajuste o cursor do instrumento para medir corrente, varie a tensão da fonte. Para cada valor de tensão ajustado, meça e anote o valor da corrente e dos medidos referentes à Figura 1.

R2=	R3=	R4=	R5=
I(mA)	I(mA)	I(mA)	I(mA)

7. Repita os itens 1 e 2 para cada valor de resistor anotado na tabela 1.

8. Com os valores da tabela 1, levante o gráfico $V \times I$, de cada resistor.

6. ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS

a) Os valores medidos estão dentro da margem de tolerância estabelecida de acordo com o código de cores? Se não, explique as possíveis razões.

b) Por que não podemos alocar o resistor nas outras propostas em tela?

c) Explique a alteração de posicionamento nas pontas de prova quando da medição de corrente elétrica.

d) Quais as implicações das análises em um resistor fora dos padrões?

e) Para um determinado resistor linear, qual o efeito sobre a corrente elétrica ao duplicarmos a tensão?

f) Para um determinado valor de tensão entre os terminais de um resistor, qual o efeito sobre a corrente ao reduzirmos sua resistência pela metade?

g) Se variarmos a tensão aplicada em um resistor, o que acontece com a sua resistência?

h) Se você ligar uma lâmpada de 110V e notar que a corrente é de 500mA, qual é sua resistência? (apresentar cálculos)

7. BIBLIOGRAFIA
ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N.S. ed. São Paulo: Editora Bookman

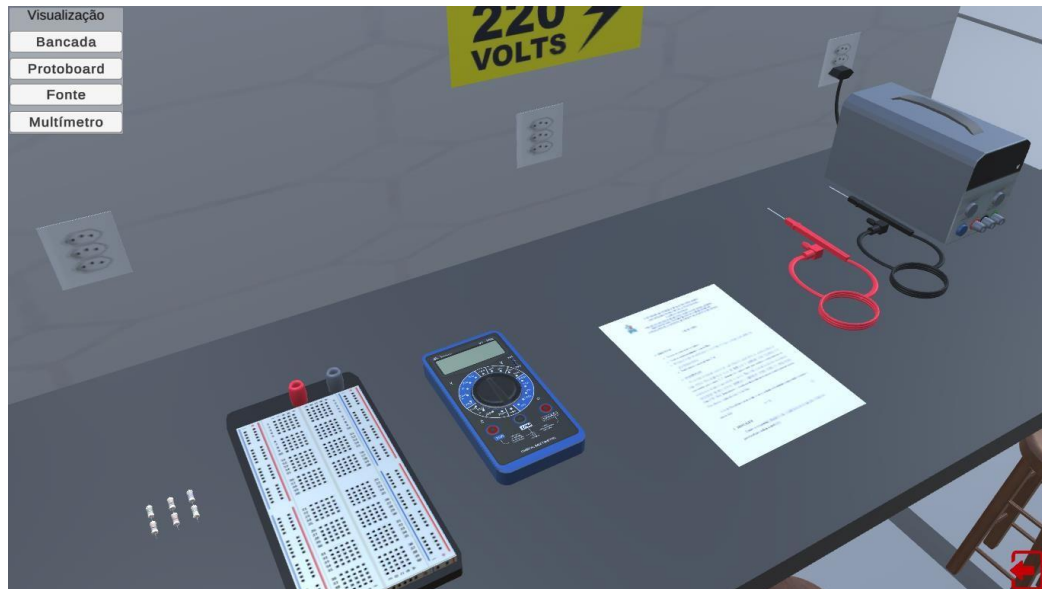


Iniciar

Fonte: Autoria própria.

Ao iniciar a prática, o usuário se depara com a Figura 4.15. Nesta janela, já não é mais possível a livre movimentação pelo laboratório, só podendo usar o mouse para fazer as ações. Na parte inferior direita é possível ver uma seta vermelha, semelhante à da Figura 4.6, ela também é responsável por fechar o jogo. Outro item que também é possível fazer uma interação é o roteiro, ao clicar nele será visto uma janela com o procedimento caso deseje ler novamente, similar ao das Figuras 4.13 e 4.14.

Figura 4.15 - Tela inicial da prática.

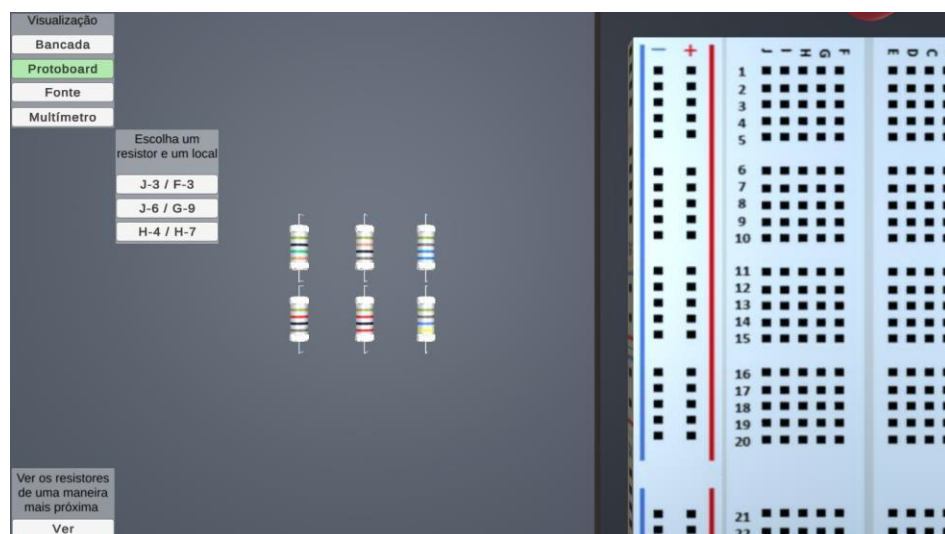


Fonte: Autoria própria.

Já na parte superior a esquerda da Figura 4.15 é visto um quadro com o título “Visualização”, ao clicar em cada um dos botões dispostos, no da “Bancada” é o que é apresentado na Figura 4.15, os demais se referem aos componentes onde é possível observá-los de uma maneira mais próxima, como também apresentam mais opções para prosseguir com a prática.

Para a opção “Protoboard” do quadro de “Visualização” é visto a Figura 4.16, nela é possível observar os resistores que serão usados no procedimento, como também uma parte da protoboard, onde serão posicionados os componentes para que possa ser feito as devidas medições.

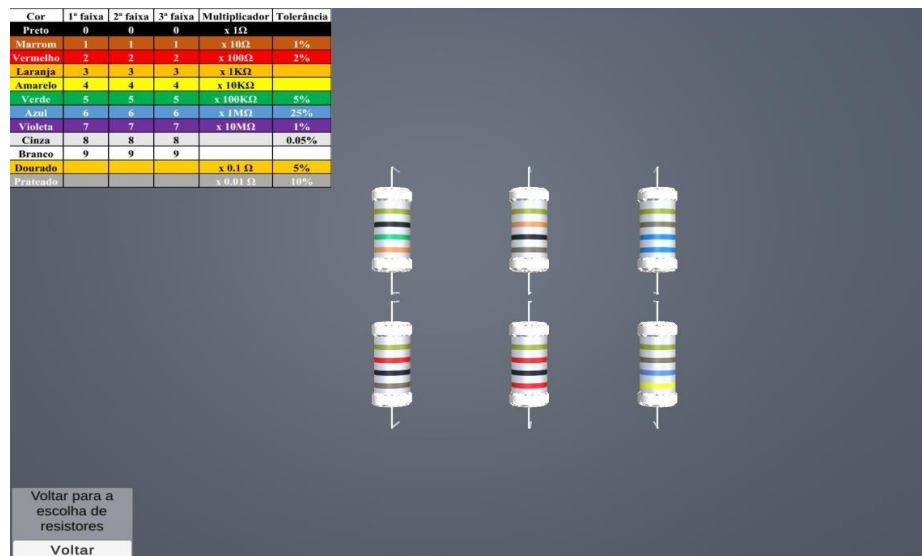
Figura 4.16 - Janela Protoboard.



Fonte: Autoria própria.

Ainda nessa janela, no canto inferior a esquerda tem uma opção “Ver os resistores de uma maneira mais próxima”, nela é exibido os componentes mais perto da câmera e uma tabelade código de cores (Figura 4.17), para que possa ser feita a medição da resistência de uma formateórica pelo jogador. Para voltar para a tela anterior, no mesmo local onde tinha a opção de aproximar a câmera, tem uma opção de voltar.

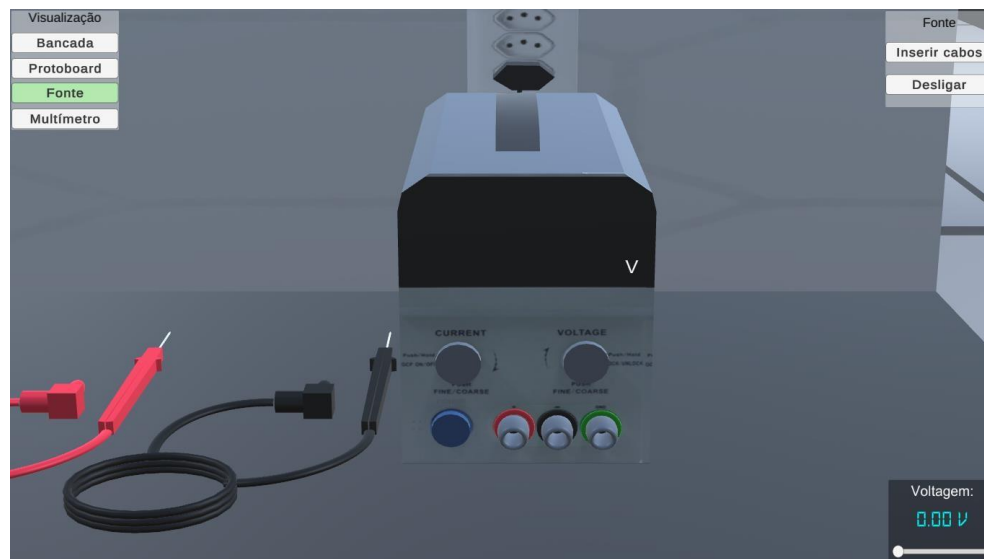
Figura 4.17 - Janela ver resistores de mais perto.



Fonte: Autoria própria.

Agora quando clica na opção “Fonte” no quadro de “Visualização”, é redirecionado a câmera para a fonte de tensão contínua (Figura 4.18), onde no canto superior à direita é possível inserir as pontas de prova quando o circuito estiver montado, como também desligá-la. Já no canto inferior direito é visto uma aba com o nome “Voltagem”, no qual é possível alterar a tensão da fonte de zero até cinco volts.

Figura 4.18 - Janela Fonte.



Fonte: Autoria própria.

Por fim, na opção “Multímetro” do quadro de “Visualização”, é possível ver de equipamentos o multímetro e a protoboard (Figura 4.19), no canto superior a direita é visto uma aba com o nome “Medições”, onde pode inserir as pontas de prova no equipamento, fazer as medições de corrente, resistência e tensão, mas só quando o circuito estiver montado de uma maneira correta, e em sua última opção é possível desligar o equipamento. Já no canto inferior direito é visto a mesma aba de modificar a voltagem, não precisando assim alterar entre fonte emultímetro para mudar esse valor.

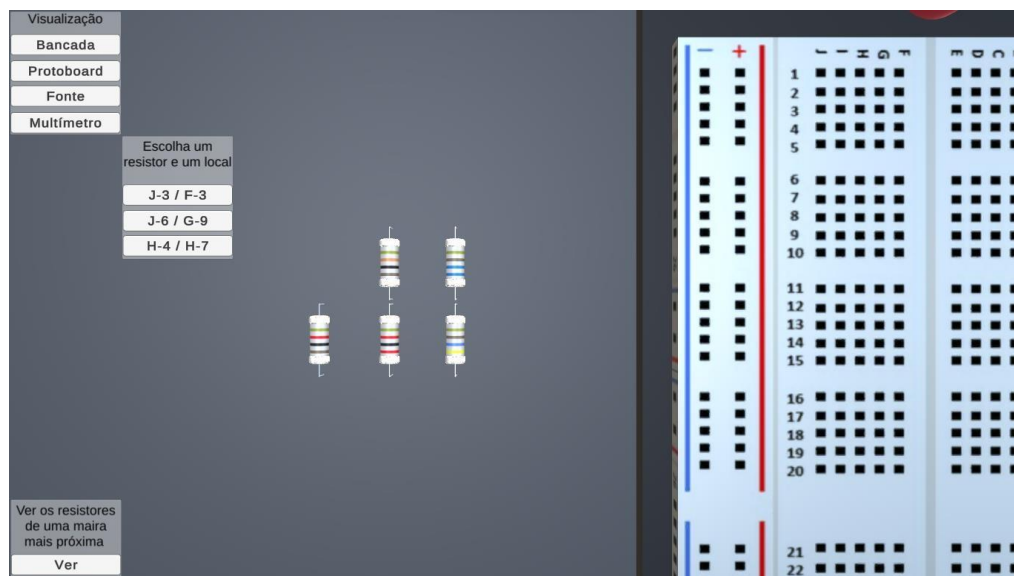
Figura 4.19 - Janela Multímetro.



Fonte: Autoria própria.

Para iniciar a prática é preciso ir na opção “Protoboard” no quadro de “Visualização”, ao abrir a janela é possível ver um novo quadro com o nome “Escolha um resistor e um local”, como é visto na Figura 4.16. Ao clicar em um resistor desejado, ele irá sumir da tela (Figura 4.20), não sendo possível selecionar qualquer outro componente, restando assim escolher uma entre as três opções de locais disponíveis no quadro, essas por sua vez são representadas por coordenadas que estão presentes na protoboard, onde linhas são representadas por letras e as colunas por números.

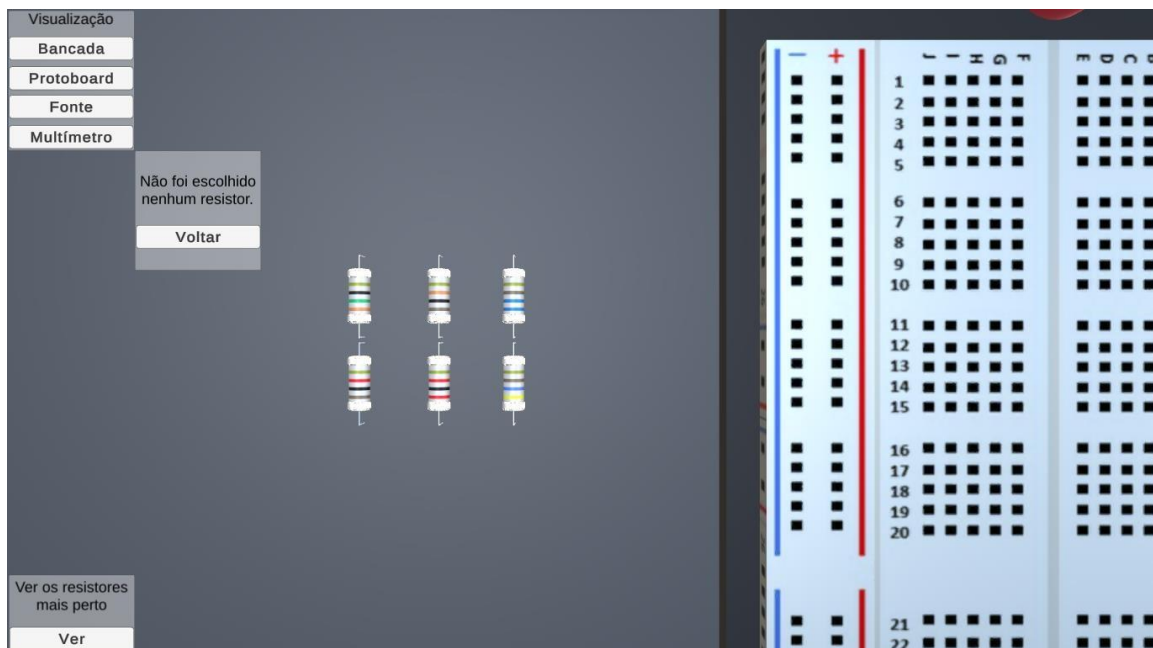
Figura 4.20 - Escolhendo um resistor.



Fonte: Autoria própria.

Caso não tenha ocorrido a seleção de qualquer resistor e selecionado um dos possíveis locais da protoboard, é exibido uma mensagem de erro (Figura 4.21), possibilitando assim comque o procedimento ocorra da maneira correta.

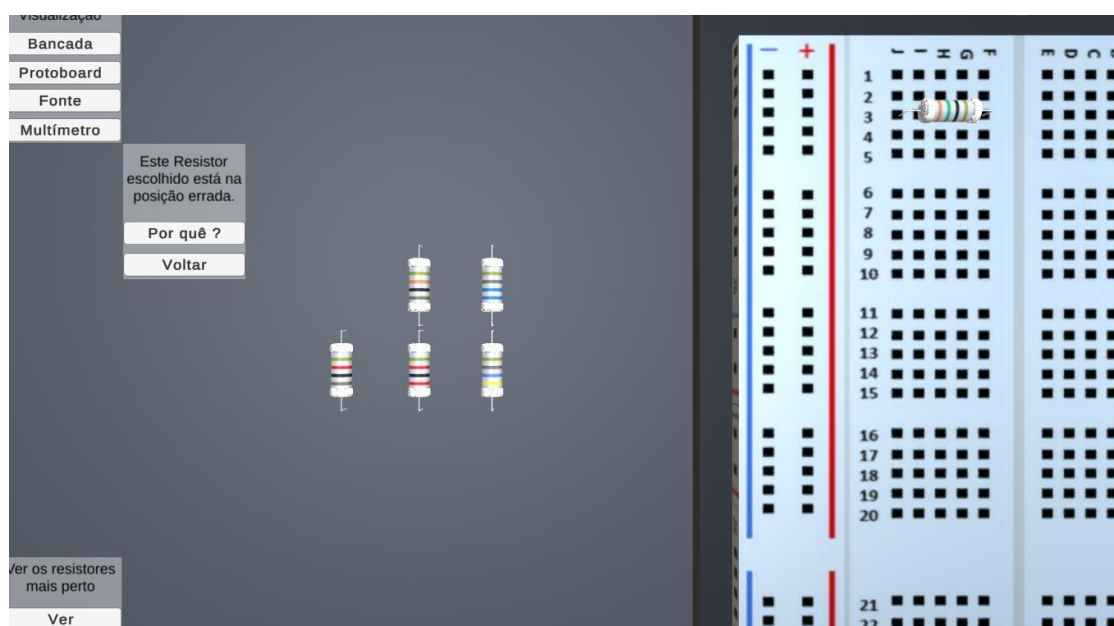
Figura 4.21 - Erro de resistor não selecionado.



Fonte: Autoria própria.

No quadro de escolha o local é exibido três opções, onde duas posicionam o resistor de uma maneira incorreta na protoboard e uma de maneira correta, ao selecionar uma das incorretas, por exemplo a J-3 / F-3, o componente escolhido irá para a posição, mas será mostrado um novo quadro, mencionando que essa posição está errada, como pode ser visto na Figura 4.22.

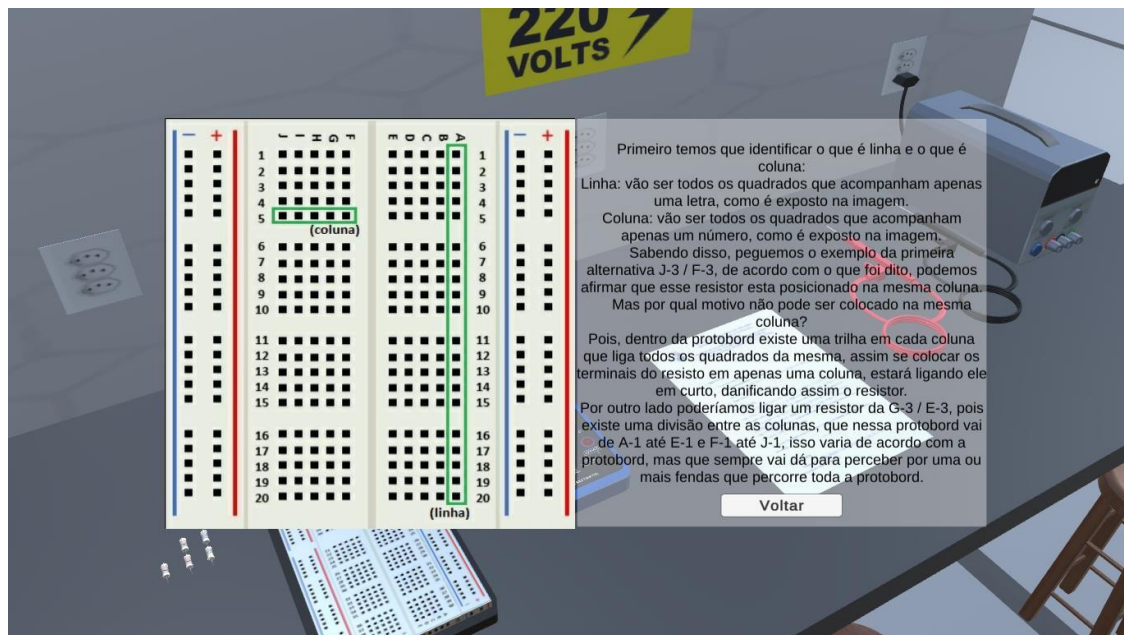
Figura 4.22 - Resistor no local errado.



Fonte: Autoria própria.

Na janela de erro ainda são apresentadas duas opções, a primeira seria a “Por quê?” na qual irá abrir uma nova janela que explica o motivo pelo qual esse posicionamento está errado (Figura 4.23), o outro botão é o “Voltar”, no qual tem a função de remover o resistor da protoboard e posicioná-lo em cima da bancada, sendo preciso escolher novamente o componente e seu devido local.

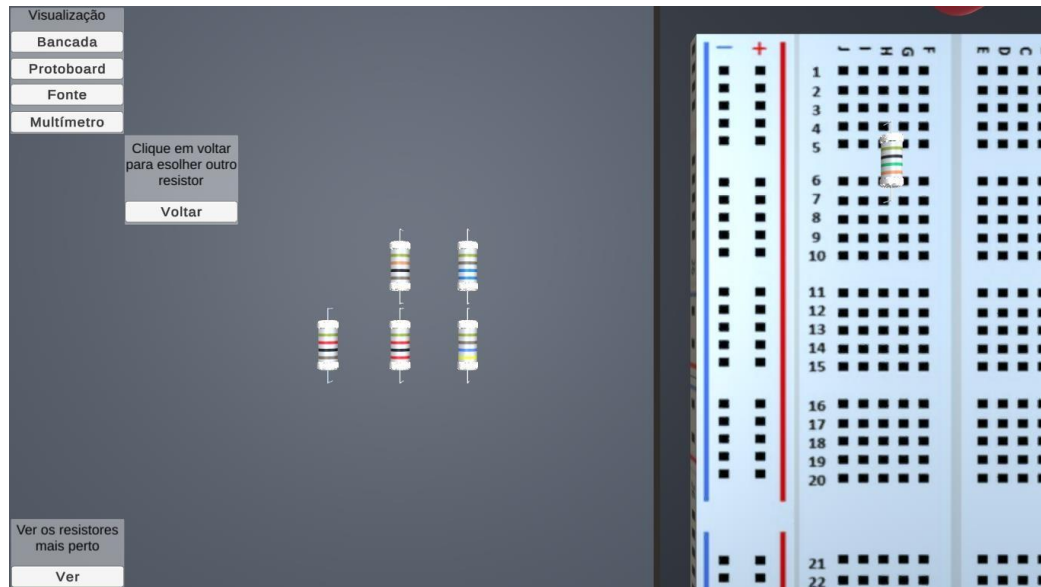
Figura 4.23 - Janela do botão “Por quê?”.



Fonte: Autoria própria.

Ao escolher novamente o resistor e escolher a opção correta, não é mais exibido mensagens de erro na tela, mas sim um quadro no qual é possível fazer a troca do resistor, como é visto na Figura 4.24, ao clicar em “Voltar”, o componente voltará para a bancada e as opções de locais vistas anteriormente voltaram.

Figura 4.24 - Posição correta do resistor na protoboard.



Fonte: Autoria própria.

Com o resistor em seu devido local é possível fazer as medições com o multímetro, ao mudar para a sua devida janela e selecionar uma das três opções de medição fornecidas pelo simulador, resistência, corrente e tensão, depara-se com um quadro de possíveis erros que podem ter ocorrido para não fazer a devida medição, como é visto na Figura 4.25.

Figura 4.25 - Erros de medição.



Fonte: Autoria própria.

Caso a opção de medição fosse a de resistência o erro seria que não foi inserido os cabos no multímetro, pois não é necessário da fonte está ligada e o resistor está na posição correta na protoboard. Para inserir esses cabos no equipamento a primeira opção no quadro de “Medição” iria fornecer isso, como visto na Figura 4.26.

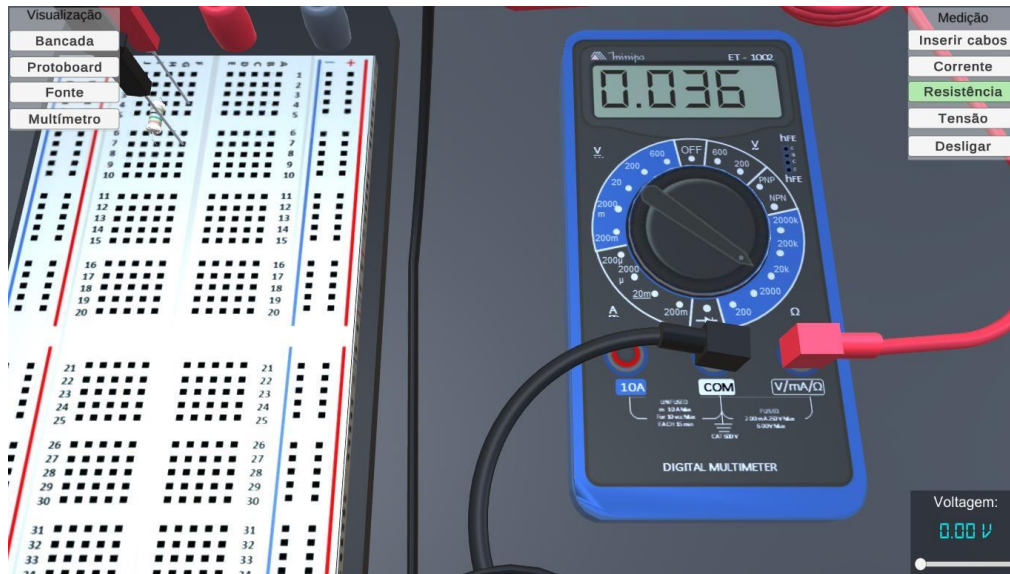
Figura 4.26 - Inserindo cabos no multímetro.



Fonte: Autoria própria.

Ao posicionar as pontas de prova no multímetro e colocar para fazer essa medição da resistência, vai se deparar com a Figura 4.27. Observando as faixas desse resistor, a primeira é laranja, em seguida verde, depois preto e por fim dourado, com o auxílio de uma tabela de código de cores é visto que esse componente apresenta uma resistência de 35Ω , com uma tolerância de 5%, como a escala do equipamento está em 20 k Ω , isso significa que o valor exibido na tela do multímetro está sendo dividido por mil, nesse caso estaria fornecendo que aquele resistor vale 36Ω , como a tolerância desse equipamento é de 5%, então ele está dentro do padrão.

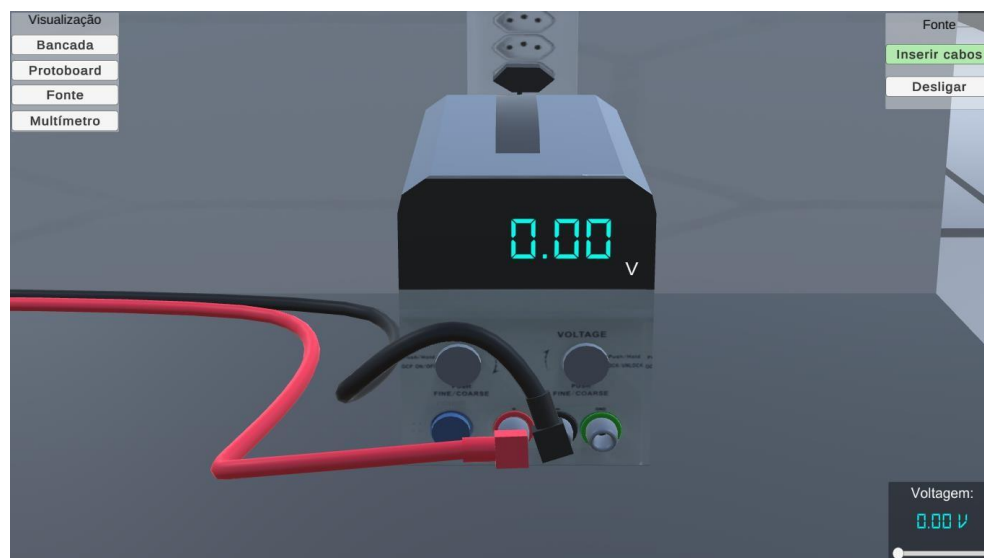
Figura 4.27 - Medindo resistência.



Fonte: Autoria própria.

Com o valor da resistência já encontrado é passada hora de medir a tensão e a corrente, mas para isso é preciso ligar a fonte e posicionar seus cabos no circuito, onde tem que ir no quadro de visualização e no canto superior direito escolher a opção de inserir cabos (Figura 4.28), com o equipamento ligado é possível alterar a sua voltagem até 5 volts.

Figura 4.28 - Ligando a fonte de tensão contínua.



Fonte: Autoria própria.

Com o circuito completo, ou seja, a fonte de tensão contínua em paralelo com o resistor, é possível encontrar a tensão e a corrente que passam pelo resistor. Para fazer a medição da tensão é preciso ir na janela do multímetro e selecionar a opção “Tensão”, que vai fazer com que as pontas de prova fiquem em paralelo com o resistor, como pode ser visto na Figura 4.29. Para que não seja preciso alterar entre as janelas um pequeno quadro no canto inferior direito é responsável por alterar a tensão, fazendo essa mudança é visto que os valores apresentados no multímetro são iguais a da fonte, isso ocorre pois só tem um resistor em paralelo com a fonte, que consequentemente está em paralelo com o multímetro.

Figura 4.29 - Medindo tensão.



Fonte: Autoria própria.

Para fazer a medição da corrente é preciso selecionar a opção “Corrente”, na qual vai remover um dos terminais do resistor da protoboard e ligar uma das pontas de prova na coluna onde foi removido e a outra ponta é ligada na extremidade removida do resistor, como é possível ser visto na Figura 4.30, fazendo assim com que o multímetro fique em série com o resistor e ambos possuam a mesma corrente.

Figura 4.30 - Medindo corrente.



Fonte: Autoria própria.

De maneira teórica para encontrar a corrente é usado a Lei de Ohm (Equação 2.5), para esse caso com a resistência de $35\ \Omega$ e uma tensão de $2,53\text{ V}$, seria obtido uma corrente de $72,286\text{ mA}$, ao observar a escala que o multímetro da Figura 4.30 que se encontra é de 20 mA , ou seja, o valor está sendo multiplicado por mil, comprovando assim com que ambos os valores se aproximam.

Esse mesmo processo se repete para os demais resistores, onde ao clicar em “Voltar” na opção de escolher um novo resistor na janela protoboard (Figura 4.24), alguns componentes voltaram para o local de origem. Para apresentar mais um desafio, um resistor foi colocado propositalmente como defeituoso, no qual a sua resistência não é equivalente ao valor visto através da tabela de código de cores, isso foi feito para que o jogador não confie somente nos cálculos feitos de maneira teórica, precisando assim fazer a medição prática de todas as resistências para encontrá-lo.

5 CONCLUSÃO

É possível ver o êxito no estudo sobre o *software*, que engloba o aprender sobre a plataforma *Unity 3D* e suas diversas funções, além de sua linguagem de programação (C#), na qual abre as portas para ser feito o que desejar dentro da plataforma. Como também é visto o êxito na parte de montagem do simulador, no tempo gasto para fazer as modelagens dos objetos que iriam contribuir com a simulação e da linha de códigos que faz com que tudo ocorra de uma maneira contínua e correta, esse tempo contribuiu para adquirir experiência sobre a criação na plataforma, que fez com que alguns passos ocorressem de uma maneira mais fácil e rápida.

Com relação simulação em si, na perspectiva do jogador é apresentado um bom grau de imersão e de ludicidade ao usar a ferramenta, onde pela presença de desafios, como a montagem correta do circuito para fazer as medições ou de ter que procurar um resistor com defeito, ele se sentiria eventualmente dentro de um jogo, que o faria se divertir e aprender ao mesmo tempo, pois ao comparar a semelhança entre os resultados fornecidos pelos equipamentos da simulação e os resultados utilizando a Lei de Ohm e a tabela de código de cores, é visto que eles apresentam uma boa aproximação, a escolha de não serem valores exatamente iguais foi para dizer que os componentes do simulador são semelhantes aos verdadeiros, no qual eles não apresentam valores ideais por possuírem uma resistência interna que vem a interferi-los.

Por fim, o uso de simuladores vem ajudar nos estudos, mas não são capazes de substituir a prática em local físico, mas para agregar, servindo tanto para dar mais confiança para os alunos na hora de manusear os equipamentos, seja por nunca terem manuseado o componente presencialmente ou se já tinham usado porém ficaram com alguma dúvida, mas através da simulação observaram como deveriam ser usados, dando assim mais confiança, como também ele auxilia no melhor entendimento do que foi trabalhado em sala de aula caso o estudante ainda tenha ficado alguma dúvida sobre o assunto.

6 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew NO. Fundamentos de circuitos elétricos. AMGH Editora, 2013.

AYDOGAN, Hakan et al. 3D virtual classroom environment for teaching renewable energy production and substation equipment. International Journal of Electrical Engineering Education, v. 48, n. 3, p. 294-306, 2011.

BRAGA, Mariluci. Realidade virtual e educação. Revista de biologia e ciências da terra, v. 1, n. 1, p. 0, 2001.

BROILO, Liane; NETO, Gilberto Broilo. Pandemia 2020 e a EaD: o impacto do Covid-19 no ensino brasileiro. Educação, Cultura e Comunicação, v. 12, n. 23, 2021.

CARLOS. **Tabela de código de resistor de filme carbônico**. 2014. Disponível em: <https://controleeletrico.blogspot.com/2014/07/tabela-de-codigo-de-resistor-de-filme.html>. Acesso em: 22 ago. 2022.

Módulo eletrônica: FONTE DE ALIMENTAÇÃO SIMPLES HF3205S 5A 32VDC 21N156

HIKARI. Disponível em: <https://www.moduloeletronica.com.br/produto/fonte-de-alimentacao-simples-hf3205s-5a-32vdc-21n156-hikari/4656115>. Acesso em: 22 ago. 2022.

FRANZÃO, Luana. **Do ENIAC ao notebook: confira a evolução dos computadores nas últimas décadas**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/do-eniac-ao-notebook-confira-a-evolucao-dos-computadores-nas-ultimas-decadas/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

HELERBROCK, Rafael. **Resistores**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/resistores.htm>. Acesso em: 22 ago. 2022.

HENRIQUES, Horácio BM et al. Léo & Maya: um jogo para auxiliar no ensino de pensamento computacional. In: Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e

Entretenimento Digital. SBC, 2021. p. 705-708.

JARDIM, D. F. et al. O Laboratório Virtual como espaço para aprendizagem de conteúdo da análise dimensional—um relato de experiência do uso do GeoGebra no ensino de física. *Vozes dos Vales*, n. 11, 2017.

DUTRAMÁQUINAS: MULTÍMETRO digital portátil - ET-1002. Disponível em: <https://www.dutramaquinas.com.br/p/multimetro-digital-portatil-et-1002-et-1002>. Acesso em: 22 ago. 2022.

PEREIRA, Danilo Moura; SILVA, Gislane Santos. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, 2012.

Dreaminc: Protoboard (Matriz de Contato ou Breadboard). Disponível em: http://www.dreaminc.com.br/sala_de_aula/wp-content/uploads/Protoboard-Tutorial.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.

RODRIGUES, Nara Caetano. Tecnologias de informação e comunicação na educação: um desafio na prática docente. *Fórum Linguístico*, v. 6, n. 1, p. 1-22, 2009.

SOUZA, Ludmilla. **Indústria de Software e Serviços de TIC cresceu 6,5% em 2021**. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-07/industria-de-software-e-servicos-de-tic-cresceram-65-em-2021>. Acesso em: 17 ago. 2022.

UNITY TECHNOLOGIES. GameObjects e componentes em Unity. Disponível em: <https://unity.com/pt/how-to/programming-unity#gameobjects-components>. Acesso em: 15 set. 2022.

UNITY TECHNOLOGIES. Tag. 2022. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Manual/Tags.html>. Acesso em: 16 set. 2022.

ZOTTI, Georg et al. The simulated sky: Stellarium for cultural astronomy research. *arXiv preprint arXiv:2104.01019*, 2021.

7 ANEXOS

ANEXO A – Roteiro Lei de Ohm.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA
DISCIPLINA DE LAB. DE ELETRICIDADE BÁSICA
PROF.: DANIEL CARLOS DE CARVALHO CRISÓSTOMO

LEI DE OHM

1. OBJETIVOS

- Verificar experimentalmente a Lei de Ohm;
- Determinar o valor de resistências pelas medidas de tensão e corrente e pelo gráfico da característica elétrica;
- Familiarização com os gráficos $V \times I$.

2. MONTAGEM

Usando os componentes disponíveis em laboratório monte os seguintes circuitos no protoboard para realizar as medições:

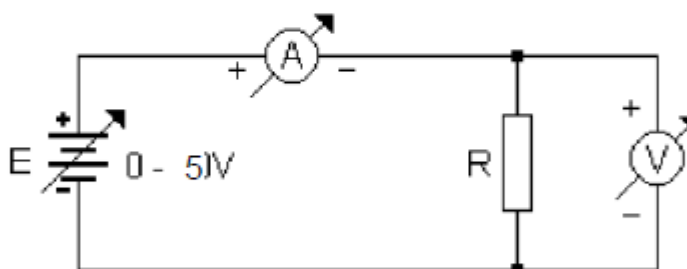


Figura 1 – Primeiro circuito a ser montado.

3. MATERIAL UTILIZADO

- Resistores Variados;
- Fonte DC;
- Multímetro Digital;
- Multímetro Analógico.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- 1- Monte o circuito da figura 1, utilizando a fonte regulável do módulo de ensaios para CC.
- 2- Varie a tensão, e preencha a tabela 1. Para cada valor de tensão ajustado, meça e anote o valor da corrente.

Tabela 1 – Valores a serem calculados e medidos referentes à Figura 1.

	R1=	R2=	R3=	R4=	R5=
E(V)	I(mA)	I(mA)	I(mA)	I(mA)	I(mA)
1					
2					
3					
4					
5					

- 3- Repita os itens 1 e 2 para cada valor de resistor anotado na tabela 1.
 4- Com os valores da tabela 1, levante o gráfico $V \times I$, de cada resistor.

5. ANÁLISE DOS DADOS EXPERIMENTAIS

- a) Os valores medidos estão dentro da margem de tolerância estabelecida de acordo com o código de cores?
 b) Para um determinado resistor linear, qual o efeito sobre a corrente elétrica ao duplicarmos a tensão?
 c) Para um determinado valor de tensão entre os terminais de um resistor, qual o efeito sobre a corrente ao reduzirmos sua resistência pela metade?
 d) Se variarmos a tensão aplicada em um resistor, o que acontece com a sua resistência?
 e) Se você ligar uma lâmpada de 110V e notar que a corrente é de 500mA, qual é sua resistência? (apresentar cálculos)

Cor	1ª faixa	2ª faixa	3ª faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	$\times 1\Omega$	
Marrom	1	1	1	$\times 10\Omega$	1%
Vermelho	2	2	2	$\times 100\Omega$	2%
Laranja	3	3	3	$\times 1K\Omega$	
Amarelo	4	4	4	$\times 10K\Omega$	
Verde	5	5	5	$\times 100K\Omega$	5%
Azul	6	6	6	$\times 1M\Omega$	25%
Violeta	7	7	7	$\times 10M\Omega$	1%
Cinza	8	8	8		0.05%
Branco	9	9	9		
Dourado				$\times 0.1\Omega$	5%
Prateado				$\times 0.01\Omega$	10%

6. BIBLIOGRAFIA

JUNIOR, I.S.Q. Material das aulas de laboratório.
 GUSSOW, M. Eletricidade Básica. 2ª Edição. São Paulo: Makron Books.
 MARKUS O. Circuitos Elétricos – Corrente Contínua e Corrente Alternada. 6ª Edição. Editora Érica.
 SILVA FILHO, M.T. Fundamentos de Eletricidade. 2007. LTC Editora S.A.