

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO MÉDIO

Prof. Alvaro Cesar dos Santos Oliveira

Marabá – PA
2022

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**O ENSINO DE FÍSICA BASEADO EM INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO COM FOCO NO NOVO ENSINO
MÉDIO**

Autor:
Prof. Alvaro Cesar dos Santos Oliveira

Orientador:
Prof. Dr. Bruno Wallacy Martins

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF

Marabá – PA
2022

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus que possibilitou eu caminhar até aqui.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de Financiamento 001.

Este trabalho contém o Produto Educacional que é fruto da Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – promovido pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA.

Sob a tutela e orientação do professor Dr. Bruno Wallacy Martins, da UFPA – PA, o qual sou muito grato por toda a parceria, amizade e ajuda neste projeto.

Aos meus pais e meus irmãos.

À SBF – Sociedade Brasileira de Física – por me oportunizar em realizar um Mestrado de Ensino em nosso estado.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado Cláudio, Midian, Vagno, Luciana, Dani e Ermeson por toda a amizade e partilha nesse período. Em especial, ao Anderson por toda ajuda na reta final da escrita deste trabalho.

Em especial, as minhas filhas Alice e Ana por quem luto e lutarei sempre.

E a todos que ajudaram até mesmo indiretamente neste projeto.

Figuras

Figura 1 - Representação de um cabo de cobre.....	2
Figura 2 - Ligando a lâmpada na tomada.....	3
Figura 3 - Mangueira introduzida na torneira.....	3
Figura 4 - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.....	4
Figura 5 - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis.....	4
Figura 6 - a) corrente contínua constante; b) corrente contínua pulsante.....	5
Figura 7 - Corrente alternada.....	5
Figura 8 - Representação de um cabo de cobre.....	7
Figura 9 - Representação da introdução do cabo em um bocal.....	7
Figura 10 - Representação da união do cabo com os bocais em série.....	7
Figura 11 - Representação do circuito em série.....	8
Figura 12 - Representação de um cabo de cobre.....	8
Figura 13 - Representação do cabo no bocal.....	8
Figura 14 - Representação do isolamento do bocal em paralelo.....	9
Figura 15 - Representação do plug que será conectado na tomada.....	9
Figura 16 - Representação do circuito em paralelo.....	9
Figura 17 - Representação da apresentação dos circuitos em série e paralelo.....	10
Figura 18 - Representação da prática com dois alunos.....	10
Figura 19 - Representação da corrente passando em resistores em série.....	11
Figura 20 - Representação da resistência elétrica como muros para associação em série.....	11
Figura 21 - Representação da corrente passando em resistores em paralelo.....	12
Figura 22 - Representação da resistência elétrica como muros para associação em paralelo.....	12
Figura 23 - Representação do brilho das lâmpadas em associação em série e paralelo.....	13
Figura 24 - Comportamento da potência elétrica em circuitos em série e em paralelo.....	13
Figura 25 - Representação de um fio condutor.....	14
Figura 26 - Representação de um resistor em um circuito.....	14
Figura 27 - Representação de um capacitor em um circuito.....	14
Figura 28 - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito.....	15
Figura 29 - Representação de um gerador elétrico real em um circuito.....	15
Figura 30 - Representação do gráfico característico de um condutor ôhmico.....	16
Figura 31 - Representação de um circuito residencial simples.....	18
Figura 32 - Representação de um circuito residencial simples com a substituição do plug para servir de modelo na montagem da bancada simples.....	18
Figura 33 - MDF usado na mini bancada.....	19
Figura 34 - Representação da disposição dos cabos.....	19
Figura 35 - Representação das extremidades fixadas dos cabos.....	19
Figura 36 - Representação da disposição dos cabos na tomada.....	20
Figura 37 - Representação dos cabos vista de costa e de frente.....	20
Figura 38 - Representação dos cabos no interruptor.....	21
Figura 39 - Representação da mini bancada montada.....	21
Figura 40 - Representação de cores para os cabos.....	22
Figura 41 - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano.....	25
Figura 42 - Representação de escala.....	28
Figura 43 - Representação do modelo para a bancada.....	28

Figura 44 - Folha de compensando.	29
Figura 45 - Representação da delimitação da marcação no compensado.	29
Figura 46 - Representação do posicionamento esperado das tomadas, interruptores e lâmpadas.	30
Figura 47 - Representação da delimitação da marcação no compensado dos locais das tomadas, interruptores e lâmpadas.	30
Figura 48 - Esquema da divisão de circuitos.	32
Figura 49 - Representação da marcação do compensado.	33
Figura 50 - Representação dos cabos na tomada vista de costa e de frente.	33
Figura 51 - Representação dos cabos no bocal.	34
Figura 52 - Representação dos cabos no interruptor.	34
Figura 53 - Região do fio descascado para realizar a junção para ligação com outro fio condutor.	34
Figura 54 - Representação do encaixe de fios condutores.	35
Figura 55 - Representação da isolamento de uma junção de fios condutores.	35
Figura 56 - Representação da disposição dos fios condutores na bancada.	35
Figura 57 - Representação das extremidades fixadas dos cabos.	36
Figura 58 - Disposição do circuito do Quarto 01.	36
Figura 59 - Disposição do circuito da Cozinha.	37
Figura 60 - Disposição do circuito do Banheiro.	37
Figura 61 - Disposição do circuito do Quarto 02.	37
Figura 62 - Disposição do circuito da Sala.	38
Figura 63 - Representação do disjuntor fixado na bancada.	38
Figura 64 - Representação dos cabos na tomada.	39
Figura 65 - Representação da tomada fechada e com os cabos unidos por fita isolante.	39
Figura 66 - Representação da Bancada Elétrica montada.	40
Figura 67 - Multímetro.	42
Figura 68 - Representação das opções de escolha das aos alunos para selecionar a opção Voltímetro.	43
Figura 69 - Representação da indicação da opção 2 para Voltímetro de corrente alternada.	43
Figura 70 - Representação da escolha da escala para o Voltímetro.	43
Figura 71 - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usado o Voltímetro.	44
Figura 72 - Representação da escolha da opção Amperímetro.	45
Figura 73 - Representação da escala da ordem de grandeza da amperagem.	45
Figura 74 - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usado o Amperímetro.	45
Figura 75 - Representação da seleção do aparelho como um Ohmímetro.	46
Figura 76 - Representação da escala da ordem de grandeza da resistência.	46
Figura 77 - Representação no Multímetro do Visor, Opção Off e da Chave Seletora. .	47
Figura 78 - Representação no Multímetro das opções de Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro.	48
Figura 79 - Representação da região onde se introduz os cabos de teste.	49

Tabelas

Tabela 1 - Tabela dos Momentos de Aplicação do Produto Educacional.	1
Tabela 2 - Tabela de notas de medição da voltagem.	44
Tabela 3 - Tabela de notas de medição da amperagem.	45
Tabela 4 - Tabela de notas de medição da resistência.	47

Sumário

APRESENTAÇÃO	1
AULA 1 QUESTIONÁRIO INICIAL	1
1.1 Objetivos.....	1
1.2 Tempo.....	1
1.3 Procedimento	1
AULA 2 INTRODUZINDO A CORRENTE ELÉTRICA	2
2.1 Objetivo	2
2.2 Tempo.....	2
2.3 Procedimentos	2
2.3.1 Materiais	2
2.3.2 Preparativos para a Aula.....	2
2.3.3 Prática	3
2.4 Fundamentação Teórica.....	4
AULA 3 CIRCUITOS EM SÉRIE E PARALELO	6
3.1 Objetivo	6
3.2 Tempo.....	6
3.3 Procedimentos	6
3.3.1 Materiais	6
3.3.2 Preparativos para a Aula.....	6
3.3.3 Prática	9
3.4 Fundamentação Teórica.....	14
3.4.1 Circuitos elétricos: ligações em série e em paralelo.....	14
3.4.2 Resistência e Lei de Ohm	15
AULA 4 MINIBANCADA	17
4.1 Objetivo	17
4.2 Tempo.....	17
4.3 Procedimentos	17
4.3.1 Materiais	17
4.3.2 Preparativos para a Aula.....	18
4.3.3 Prática	21
4.4 Fundamentação Teórica.....	22
AULA 5 SEGURANÇA.....	23
5.1 Objetivo	23
5.2 Tempo.....	23
5.3 Procedimento	23
5.3.1 Prática	23
5.4 Fundamentação Teórica.....	23
5.4.1 Alguns motivos de acidentes elétricos:	24
5.4.2 Como ocorre o choque?.....	24
5.4.3 Aspectos biológicos da corrente elétrica	24
5.4.4 ABNT NBR 5410	25
5.4.5 Os objetivos principais são:.....	25

5.4.6 Dicas de segurança.....	25
5.4.7 Cuidados na montagem da bancada.....	26
AULA 6 DIMENSIONAMENTO DA BANCADA.....	27
6.1 Objetivo.....	27
6.2 Tempo.....	27
6.2 Procedimento.....	27
6.3.1 Materiais.....	27
6.3.2 Prática.....	27
AULA 7 INSTALAÇÃO DA BANCADA.....	31
7.1 Objetivo.....	31
7.2 Tempo.....	31
7.3 Procedimento.....	31
7.3.1 Materiais.....	31
7.3.2 Prática.....	32
AULA 8 MULTÍMETRO.....	42
8.1 Objetivo.....	42
8.2 Tempo.....	42
8.3 Procedimentos.....	42
8.3.1 Materiais.....	42
8.3.2 Prática.....	42
8.3.3 Trabalhando com o Voltímetro.....	43
8.3.4 Trabalhando com o Amperímetro.....	44
8.3.5 Trabalhando com o Ohmímetro.....	46
8.4 Fundamentação Teórica.....	47
AULA 9 QUESTIONÁRIO FINAL.....	50
9.1 Objetivo.....	50
9.2 Tempo.....	50
9.3 Procedimentos.....	50
APÊNDICE A QUESTIONÁRIO INICIAL.....	51
APÊNDICE B MODELO DE BANCADA DO PRODUTO EDUCACIONAL....	53
APÊNDICE C TABELA DE NOTAS DE MEDIÇÕES.....	53
APÊNDICE D QUESTIONÁRIO FINAL.....	55
REFERÊNCIAS.....	58

APRESENTAÇÃO

Este material é o Produto Educacional, o qual é fruto do Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF – incentivado pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA. Essa descrição detalhada servirá de aprofundamento para o educador que pretenda aplicar em seu colégio tal produto.

O Produto Educacional é uma sequência didática que visa estimular e enriquecer a metodologia de ensino ao aplicar práticas do ensino de eletrodinâmica. Usa desde conhecimentos pré-estabelecidos sobre hidrostática para estabelecer conceitos sobre corrente elétrica até a construção de uma bancada que simule uma residência elétrica simples para demonstrar noções como eletricidade e consumo de energia.

A partir de 2022, entra em vigência um ensino no qual o jovem aprendiz é posto como protagonista de seu aprendizado, agindo de maneira mais concreta e autônoma em suas escolhas do conhecimento.

Antes a carga horária mínima exigida para os três anos de Ensino Médio era de 2.400 horas (sendo 800 horas anuais para cada série), a partir deste ano essa base aumentará para 3.000 horas mínimas. A grande novidade é que 1800 horas serão destinadas a formação básica e o restante 1.200 horas destinadas à um currículo flexível no formato de Itinerários Formativos. O que em teoria, dará ao aluno um maior protagonismo para escolher conteúdos mais voltados com a sua personalidade.

É uma das maiores mudanças da Lei nº 13.415/2017, a qual alterou a LDB e propôs a reforma para o ensino médio, onde 40 % do total de horas a serem cumpridas no decorrer dos 03 anos de ensino serão dedicadas aos itinerários formativos que no caso é a parte do currículo flexível.

Pensando na possível alta percentual de evasão para escolha de cursos que fujam do ambiente físico, foi pensando em uma proposta que por meio de práticas laboratoriais possa ou, simplesmente, ser usadas em aulas de um curso de eletrodinâmica, a fim de ensinar os alunos dentro da proposta das 2.400 horas de ensino básico ou, abraçando a ideia do currículo flexível, compor a criação de um itinerário formativo ou, ainda, pode ser usado de maneira isolada para metodologias específicas, bem como em uma feira de ciência.

O documento é composto por **09 Aulas (Momentos)**. É importante dizer que o termo “aula” é usado na perspectiva de se ensinar algo, sendo algumas compostas de 50 minutos (01 aula), 100 minutos (02 aulas), 150 minutos (03 aulas), por exemplo.

No início de cada **Aula**, é falado de maneira introdutória a que foi pensando para a prática, bem como sugestões de inclusão de professores de outras disciplinas para enriquecer o ensino, bem como profissionais de segurança e eletricidades.

Caro, professor, o aluno terá contato com princípios básicos que são apresentados em um curso básico de Eletricista Predial, que tem como exigência ter o ensino fundamental. No curso de eletricista, o aprendiz aprende, em grande parte, conceitos empíricos¹. A ideia é trazer para a sala de aula um ensino prático da eletrodinâmica, fazendo com que seja despertado o interesse do aluno. Pensando em aproximar o discente em um ensino mais efetivo, se faz necessária uma aula que motive, contextualize e ressignifique, usando para isto, a experimentação de práticas simples, mas que enriquecem o aprendizado.

Uma proposta para que o aluno compreenda os conceitos é que estes sejam apresentados sob a forma de projeto educacional aplicado a alguma atividade que faça parte do cotidiano do aluno. Ou ainda que a instrução seja compreendida como uma aplicação técnica que o discente pode empregar em alguma atividade ocupacional/empregatícia.

Assim, traremos para a sala de aula, metodologias por intermédio de um roteiro que tenha um olhar prático, visualizando um ensino prático e técnico, onde o aprendiz consiga vivenciar no seu cotidiano.

Bom proveito!

¹ Empírico é um fato que se apoia somente em experiências vividas, na observação de coisas, e não em teorias e métodos científicos. Empírico é aquele conhecimento adquirido durante toda a vida, no dia-a-dia, que não tem comprovação científica nenhuma (SIGNIFICADOS, 2021).

Tabela 1 - Tabela dos Momentos de Aplicação do Produto Educacional.

Momentos	Tema	Tempo	Conteúdo	Sugestão
1º Aula	Questionário Inicial	50 minutos	Pré-Teste.	
2º Aula	Introdução da Corrente Elétrica	50 a 100 minutos	Corrente Elétrica. Hidrodinâmica.	Preparar antes o circuito da lâmpada
3º Aula	Circuitos em Série e Paralelo	100 a 150 minutos	Circuito Elétrico. Circuito em Série e em Paralelo. Corrente Elétrica. Resistência Elétrica. Diferença de Potencial	Preparar antes o circuito em série e em paralelo
4º Aula	Minibancada	50 minutos	Circuito Residencial. Normas de Segurança.	Construir antes a minibancada
5º Aula	Segurança	100 minutos	Aspectos Biológicos da Corrente Elétrica. Normas de Segurança.	Convidar: Técnico em Segurança do Trabalho; Técnico em Eletricidade ou Eletricista Predial; Engenheiro Elétrico.
6º Aula	Dimensionamento da Bancada	100 minutos	Proporção.	Convidar: Professor de Matemática.
7º Aula	Instalação da bancada	150 minutos	Circuito Residencial. Componentes de um Circuito Elétrico	
8º Aula	Multímetro	100 minutos	Circuito Elétrico. Instrumentos Elétricos.	
9º Aula	Questionário Final	50 minutos	Pós-Teste	

Fonte: Autor, 2021.

AULA 1

QUESTIONÁRIO INICIAL

A aplicação do questionário é importante para entender os conhecimentos já estabelecidos de cada aluno, bem como ajuda a iniciar os questionamentos sobre conceitos de eletricidade que serão abordados.

Professor, é importante que leia o Questionário Inicial com o intuito de a turma conseguir responder mais eficiente.

1.1 Objetivos

- Aplicar o Questionário Inicial que se encontra no **Apêndice A**;
- Reconhecer conhecimentos pré-estabelecidos que sirvam de base para uma aprendizagem significativa.

1.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula).

1.3 Procedimento

Passo 1: Entregue o Questionário Inicial para a turma;

Passo 2: Leia o Questionário Inicial;

Passo 3: Recolha o Questionário Inicial.

AULA 2

INTRODUZINDO A CORRENTE ELÉTRICA

Há dois momentos nesta prática. O primeiro, montagem e teste antes da aula. Já o segundo, de aplicação em sala.

2.1 Objetivo

- Entender o conceito de corrente elétrica;
- Relacionar conceitos da hidrostática e hidrodinâmica com a eletrodinâmica.

2.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula) a 100 minutos (02 aulas).

2.3 Procedimentos

2.3.1 Materiais

- Materiais
- Cabo 2,5 mm²;
- Bocal;
- Lâmpada;
- Plug macho;
- Alicates;
- Chave Phillips;
- Mangueira

2.3.2 Preparativos para a Aula

Passo 1: Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho. O tamanho ficará ao seu critério;

Passo 2: Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

Figura 1 - Representação de um cabo de cobre.



Fonte: Autor, 2021.

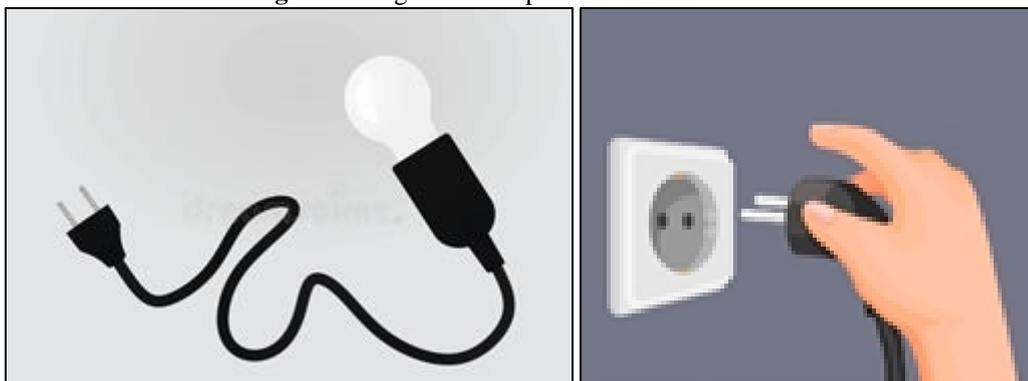
Passo 3: Conecte no bocal e, com a chave Philips, aperte;

Passo 4: Conecte as duas outras extremidades no plug macho;

2.3.3 Prática

Passo 1: Peça para algum aluno colocar o plugue da lâmpada na tomada;

Figura 2 - Ligando a lâmpada na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 2: Após a lâmpada acender, pergunte tal motivo a turma;

Passo 3: Situação 01: Peça a outro aluno colocar a mangueira na torneira e ligá-la e após um tempo, desligue-a;

Figura 3 - Mangueira introduzida na torneira.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Converse com a turma sobre o que aconteceu, faça vê-los que ao ligar a torneira, levou algum tempo para que a água saia na outra ponta;

Passo 5: Situação 02: Chame a atenção da turma sobre ter ficado água na mangueira, e então peça para ligarem novamente a torneira;

Passo 6: Pergunta: *“O tempo para a água sair na outra extremidade na primeira situação e na segunda mudou?”*

Passo 7: Debata com a turma sobre o ocorrido;

Passo 8: Pergunta: *“Qual a semelhança entre o ato de ligar a lâmpada e ligar a torneira?”*

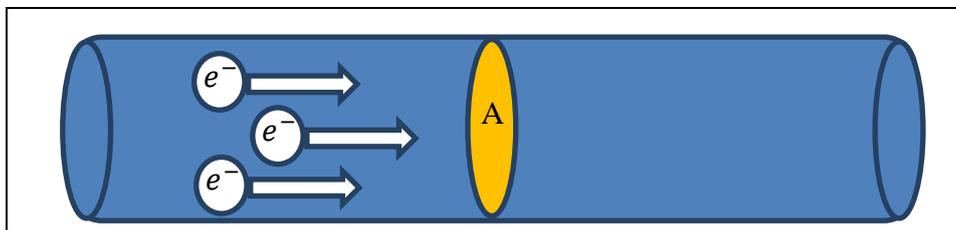
Passo 9: Debata com a turma essa situação-problema;

Passo 10: Defina o conceito de Corrente Elétrica.

2.4 Fundamentação Teórica

A corrente elétrica, i , é o fluxo dos portadores de carga durante o tempo. Na perspectiva do ensino médio, os condutores apresentados serão os sólidos, consequentemente, os portadores de carga elétrica, serão os elétrons livres.

Figura 4 - Deslocamento de cargas elétricas em um fio.



Fonte: Autor, 2021.

A intensidade da corrente é a quantidade de carga elétrica que passará através do fio condutor em um instante de tempo,

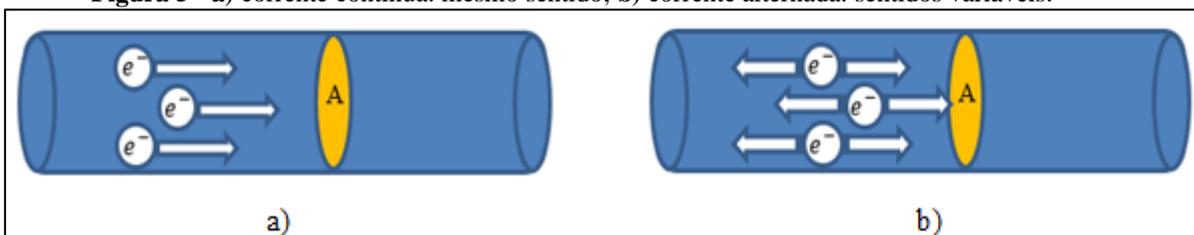
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

A unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é o Ampère (A), que expressa a passagem de 01 C ($6,415076 \times 10^{18}$ elétrons) em uma seção de um fio condutor a cada segundo.

Dependendo do condutor haverá um sentido de corrente. Para o nosso estudo, é trabalhado o condutor do tipo metálico, no qual o portador de carga é o elétron, havendo dois sentidos. Um chamado de convencional, dado pelas cargas positivas, no mesmo sentido do campo elétrico. O outro, chamado de sentido real é o dos elétrons livres, contrário ao campo, que é produzido por uma diferença de potencial entre dois pontos, ddp .

A corrente elétrica que passará pelo fio condutor, poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.).

Figura 5 - a) corrente contínua: mesmo sentido; b) corrente alternada: sentidos variáveis.

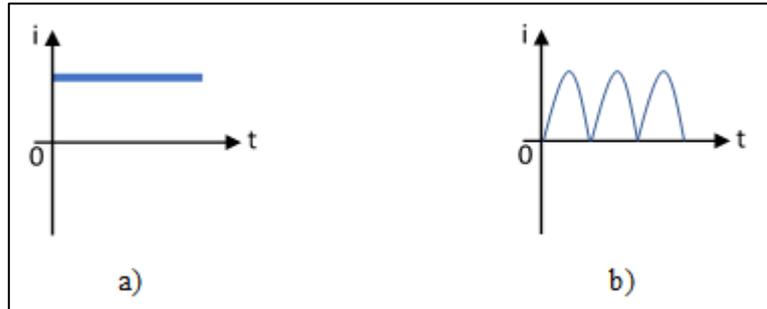


Fonte: Autor, 2021.

A corrente é contínua quando os portadores de carga elétrica, mantêm o sentido, seja o seu movimento constante ou pulsante. Nas baterias, como as pilhas, temos uma

corrente constante, mantendo sempre a quantidade de cargas elétricas passando pela secção transversal do condutor por unidade de tempo. Já as do tipo pulsante, cuja intensidade, em geral, passa periodicamente por valores de máximos e mínimos, pelo condutor, embora que no mesmo sentido.

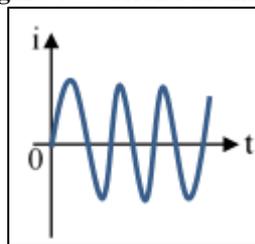
Figura 6 - a) corrente contínua constante; b) corrente continua pulsante.



Fonte: Autor, 2021.

A corrente alternada é a corrente presente nas residências e indústrias, pelo fato de variar, apresenta uma oscilação, a qual apresenta uma frequência em torno de 60 ciclos a cada segundo.

Figura 7 - Corrente alternada.



Fonte: Autor, 2021.

Este formato de alternância da corrente é decorrente da maneira na qual, é gerada nas usinas elétricas, por meio da variação do fluxo do campo magnético no decorrer do tempo (rotação de uma bobina em um campo magnético) gerando uma força eletromotriz, induzindo o aparecimento de uma corrente, no caso alternada, pela alternância deste campo magnético:

$$\Delta\Phi \rightarrow \varepsilon \rightarrow i_{induzida} .$$

Uma grande vantagem da corrente alternada, motivo este que permitiu sua utilização nos lares, é a sua capacidade de percorrer grandes distâncias, pois sua voltagem é facilmente amplificada ou reduzida com o uso de transformadores, o que possibilita a energia elétrica ser propagada através de linhas de alta voltagem (tensão alta) da cidade onde é produzida a de destino, e ser reduzida ao valor usado, de 110 V ou 220 V, nas residências.

AULA 3

CIRCUITOS EM SÉRIE E PARALELO

Previamente, monte os circuitos em série e paralelo para aplica em sala. Ao ensinar esses dois tipos de circuitos, exemplifique para ficar melhor a visualização do aluno no seu cotidiano.

3.1 Objetivo

- Ensinar a respeito do circuito em série e em paralelo;
- Fazer com que o aluno saiba perceber no seu cotidiano circuitos em série e paralelo;
- Compreender grandezas como corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial e circuito elétrico.
- Aplicar na prática conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial e circuito elétrico.

3.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas) ou 150 minutos (03 aulas).

3.3 Procedimentos

3.3.1. Materiais

- 02 metros de cabo 2,5 mm²;
- 04 bocais;
- 04 lâmpadas;
- 02 Plugs machos;
- Fita isolante;
- Alicate;
- Chave Phillips;

3.3.2 Preparativos para a Aula

Circuito em Série:

Passo 1: Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho e um outro um pouco maior que um palmo. O tamanho ficará ao seu critério;

Passo 2: Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

Figura 8 - Representação de um cabo de cobre.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Conecte um dos cabos maiores no bocal e, com a chave Philips, aperte. Faça o mesmo com o outro bocal com o cabo maior restante;

Figura 9 - Representação da introdução do cabo em um bocal.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Conecte nos terminais livres dos bocais o cabo menor e aperte com a chave;

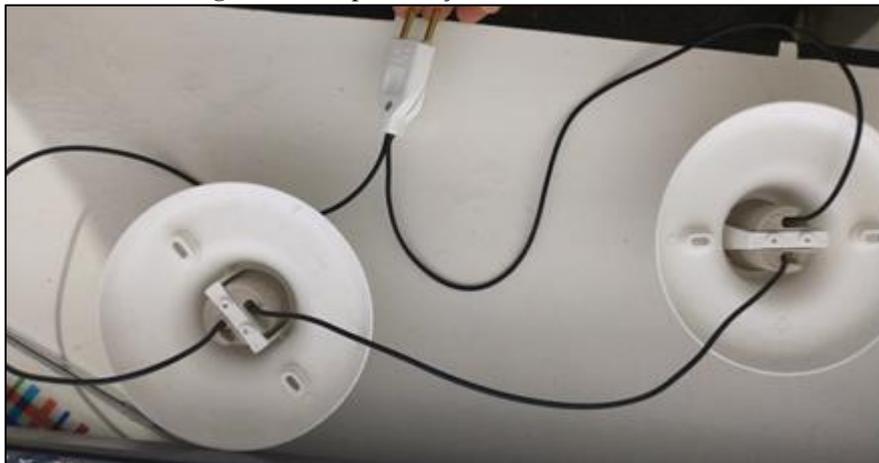
Figura 10 - Representação da união do cabo com os bocais em série.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: As duas extremidades livres serão conectadas no plug macho;

Figura 11 - Representação do circuito em série.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 6: Pronto! Agora você tem um circuito em série. É só colocar as lâmpadas e testar.

Circuito em Paralelo:

Passo 1: Corte dois pedaços de cabo do mesmo tamanho e dois outros um pouco maior que um palmo. O tamanho ficará ao seu critério;

Passo 2: Com o alicate, descasque as pontas dos cabos;

Figura 12 - Representação de um cabo de cobre



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Conecte os cabos maiores no bocal e, com a chave Philips, aperte. Faça o mesmo com o outro bocal com os cabos menores;

Figura 13 - Representação do cabo no bocal.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Com o alicate descasque uma região média dos dois cabos, conecte os cabos do outro bocal nesta região. Após isso, isole com fita isolante;

Figura 14 - Representação do isolamento do bocal em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: As duas extremidades livres serão conectadas no plug macho;

Figura 15 - Representação do plug que será conectado na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 6: Pronto! Agora você tem um circuito em Paralelo. É só colocar as lâmpadas e testar.

Figura 16 - Representação do circuito em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

3.3.3 Prática

=== Primeira Aula ===

Passo 1: Pergunta:

“Quero que pensem onde você consegue notar no seu dia a dia esses conceitos que serão abordados nesta aula.”

Passo 2: Fale para a turma meditar sobre essa pergunta e diga que retornará a ela no final da aula.

Passo 3: Repasse o conteúdo a turma. Aborde:

- 🌟 Corrente elétrica;
- 🌟 Resistência elétrica;
- 🌟 Potência elétrica;
- 🌟 Consumo de energia elétrica

Passo 4: Volte a pergunta inicial e veja o feedback da turma.

=== Segunda Aula ===

Passo 1: Coloque os circuitos elétricos um ao lado do outro, deixando o em Série do lado direito (para a visão dos alunos);

Figura 17 - Representação da apresentação dos circuitos em série e paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 2: Peça a ajuda de dois alunos. Cada um operará um dos circuitos.

Figura 18 - Representação da prática com dois alunos.



Fonte: Autor, 2021.

Trabalhando a corrente elétrica Série

Passo 3: Pergunte o que não muda no circuito em série. Aguarde a turma indagar.

Resposta: “corrente”.

Passo 4: Fale para o aluno desenroscar uma das lâmpadas do circuito em série;

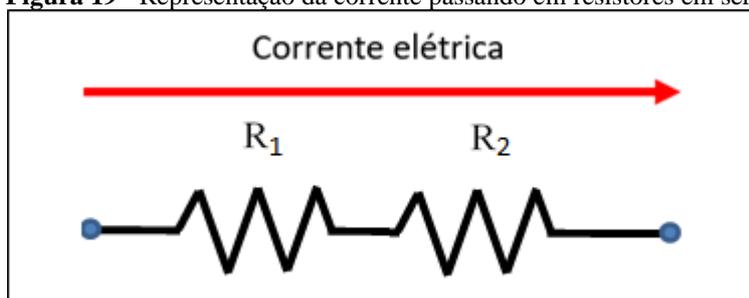
Passo 5: Ao observar que a lâmpada apaga, pergunte para turma o motivo;

Passo 6: Peça para enroscar. Veja as lâmpadas acenderem;

Passo 7: Peça para o aluno desenroscar a outra lâmpada para o circuito apagar novamente;

Passo 8: Aborde na prática do circuito em série.

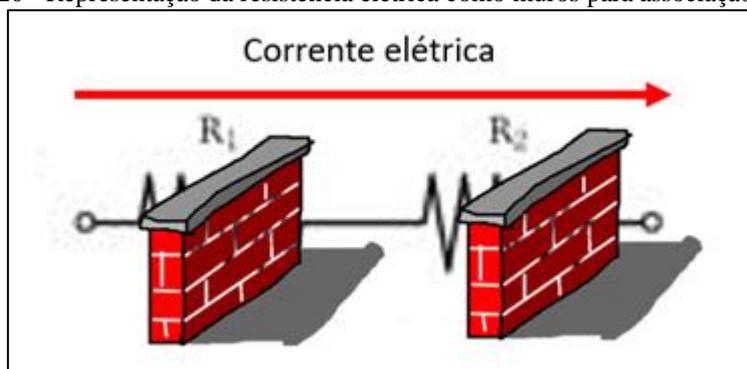
Figura 19 - Representação da corrente passando em resistores em série.



Fonte: Autor, 2021.

A corrente só tem um caminho para percorrer. Em decorrência disso, as resistências se somam e a corrente permanece a mesma por todo o circuito elétrico.

Figura 20 - Representação da resistência elétrica como muros para associação em série.



Fonte: Autor, 2021.

Ao retirar qualquer uma das lâmpadas, o circuito abre e a outra lâmpada se apaga. Conseqüentemente, ao enroscar a lâmpada, o circuito é novamente fechado e as lâmpadas acendem.

Paralelo

Passo 9: Pergunte o que não muda no circuito em paralelo. Aguarde a turma indagar.

Resposta: “tensão” (ddp).

Passo 10: Fale para o aluno desenroscar uma das lâmpadas do circuito em paralelo;

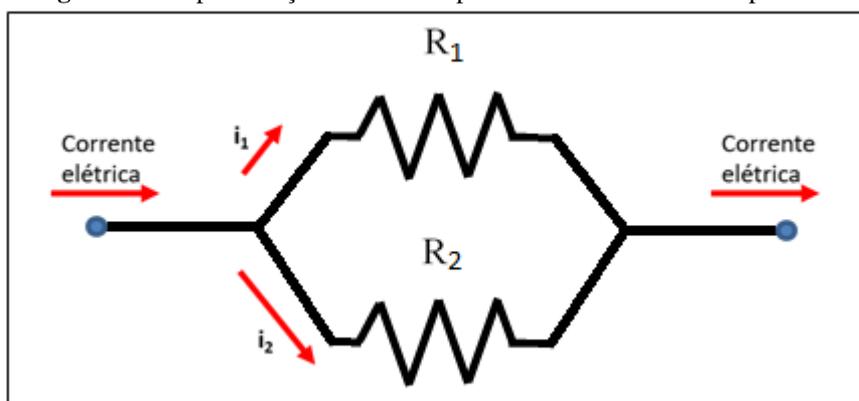
Passo 11: Ao observar que a lâmpada não apaga, pergunte para turma o motivo;

Passo 12: Peça para enroscar;

Passo 13: Peça para o aluno desenroscar a outra lâmpada do circuito e ver que a outra lâmpada também não apagar.

Passo 14: Aborde na prática do circuito em paralelo.

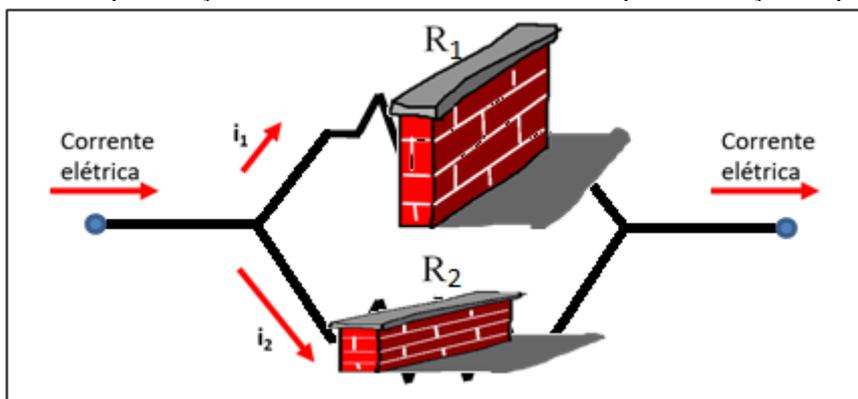
Figura 21 - Representação da corrente passando em resistores em paralelo.



Fonte: Autor, 2021.

Diferente da em série, na associação em paralelo a corrente por ter caminhos diferentes se divide. Onde há mais resistência passa menos corrente e onde a resistência é menor, passa uma maior corrente.

Figura 22 - Representação da resistência elétrica como muros para associação em paralelo.



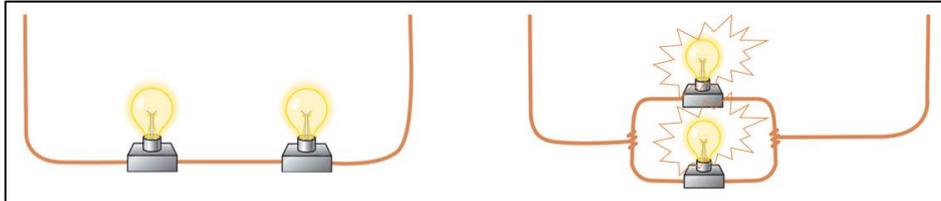
Fonte: Autor, 2021.

Mesmo retirando uma das lâmpadas, ainda há outro caminho para a corrente seguir, conseqüentemente, a outra lâmpada não se apaga.

Trabalhando o brilho, potência e energia

Passo 15: Com ambos os circuitos ligados, peça para a turma responder qual associação brilha mais.

Figura 23 - Representação do brilho das lâmpadas em associação em série e paralelo.



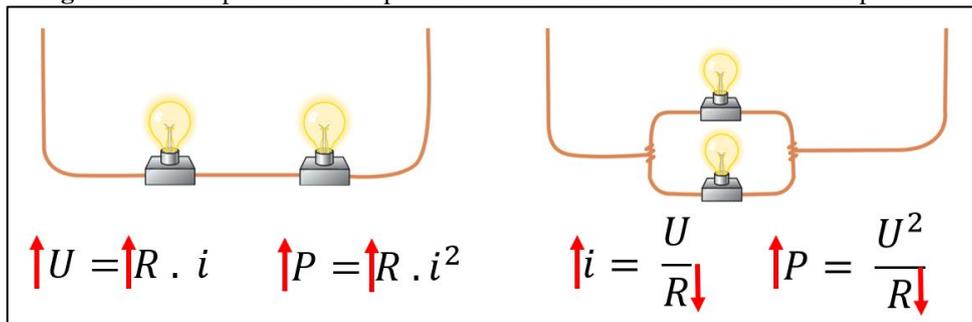
Fonte: (ML - LOCAÇÕES).

Resposta: paralelo.

Passo 16: Comente que na associação em série a voltagem é dividida de maneira proporcional aos resistores e em paralelo é a mesma.

Passo 17: Na associação em série, que tem a maior resistência, tem a maior potência e, conseqüentemente, gasta mais energia. Já na associação em paralelo, quem possui a menor resistência, possuirá a maior potência elétrica, possuindo um maior gasto de energia.

Figura 24 - Comportamento da potência elétrica em circuitos em série e em paralelo.



Fonte: (ML - LOCAÇÕES).

Passo 18: Questione na turma o que acontece com o gasto de energia se os circuitos continuarem ligados.

O gasto de energia depende de dois fatores: potência elétrica e o tempo de consumo.

$$\text{ENERGIA} = \text{POTÊNCIA} \times \text{TEMPO}$$

Passo 19: Retorne a pergunta inicial.

“Quero que pensem onde você consegue notar no seu dia a dia esses conceitos que foram abordados nesta aula.”

Passo 20: Finalize debatendo com os alunos os exemplos que eles forem falando.

3.4 Fundamentação Teórica

3.4.1 Circuitos elétricos: ligações em série e em paralelo

O caminho total onde se pode estabelecer uma corrente elétrica, recebe o nome de circuito elétrico.

Na abordagem da eletrodinâmica, é mais interessante uma representação mais simplificada do problema física, facilitando a análise da situação apresentada. É por esta razão que antes de se falar de ligações em série e paralelo, é importante descrever um pouco desta representação que facilita o entendimento.

No decorrer de tratamento teórico, a representação de alguns elementos presentes no circuito o leitor precisa fazer conhecimento são eles, a representação: do fio condutor, da resistência dos componentes, de instrumentos de medição e de aparelhos ligados ao circuito.

O fio condutor que é ligado no sistema é representado por uma linha, este pode ser idealizado, ou seja, não apresentar uma resistência interna ou mais próximo do que temos na realidade, apresentando assim, uma dada resistência decorrente do material que o fio condutor é feito.

Figura 25 - Representação de um fio condutor.

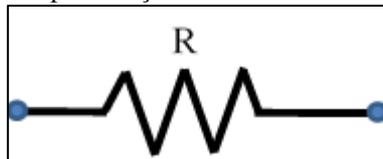


Fonte: Autor, 2021.

A corrente que passará por este fio condutor poderá ser contínua (c. c.) ou alternada (c. a.)

Os aparelhos ou mesmo o próprio condutor, apresentam uma certa resistência a propagação de corrente elétrica, para representar isso, é o usado o resistor.

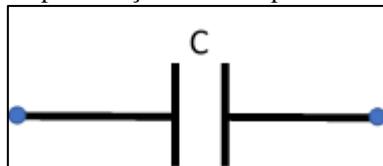
Figura 26 - Representação de um resistor em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

Quando um dispositivo necessita armazenar uma quantidade de corrente, é introduzido no circuito a representação do capacitor.

Figura 27 - Representação de um capacitor em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

Estes dispositivos participam, também, de circuitos retificadores, que são destinados na conversão da energia alternada em contínua.

Para que as cargas elétricas possam adquirir movimento dentro do circuito é necessário que haja um ímpeto a tal deslocamento. Tal papel é dado pelo gerador, que gera no sistema uma diferença de potencial elétrico, fazendo que a corrente siga um sentido preferencial.

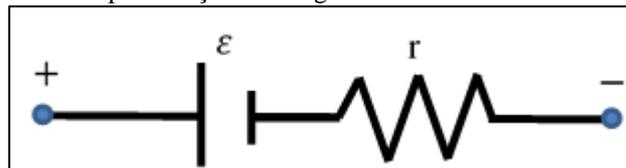
Figura 28 - Representação de um gerador elétrico ideal em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

A diferença de potencial existente entre os seus terminais é denominada de força eletromotriz (f.e.m), simbolizada por ε . Entretanto, quando a corrente é percorrida nos terminais do gerador, a energia que é realmente utilizada (U) no sistema, acaba sendo menor que a produzida, isso ocorre porque o próprio gerador, como todo condutor, apresenta uma resistência elétrica. Essa resistência é denominada de resistência interna do gerador (r).

Figura 29 - Representação de um gerador elétrico real em um circuito.



Fonte: Autor, 2021.

$$U = \varepsilon - ri$$

Caso o gerador seja considerado como ideal, a resistência interna é desprezada passando a ddp entre os terminais, igual a força eletromotriz. Outras vezes, a resistência do circuito já leva em consideração a interna do gerador.

3.4.2 Resistência e Lei de Ohm

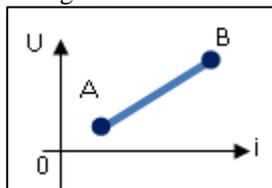
Em 1826, Georg Simon Ohm descreveu o caráter resistivo do condutor, relacionando a condução de corrente elétrica em um corpo condutor a tensão que o mesmo é submetido ou (de uma maneira semelhante a lei de condução térmica) capacidade que um dado condutor apresentada.

Ohm notou, em alguns materiais, a relação de proporcionalidade entre a corrente elétrica e a diferença de potencial. Tal relação conhecida, hoje, como primeira lei de ohm,

$$R = \frac{U}{i}$$

mostra que a resistência se mantém a mesma para um dado material, assim como consequência do aumento da voltagem submetida do corpo condutor, ocorrer um acréscimo das cargas que estão movimentando no mesmo (elevação proporcional da corrente elétrica, i), e se diminuir tal diferença entre os pontos do condutor, a corrente decresce também.

Figura 30 - Representação do gráfico característico de um condutor ôhmico.



Fonte: Autor, 2021.

Um condutor ôhmico apresenta gráfico com comportamento constante, caracterizado por uma reta. Observe que no intervalo delimitado pelos pontos A e B, o condutor expressa a característica de proporcionalidade descrita anteriormente. Por não apresentar tal comportamento, fora do [A,B], é dito como não-ôhmico. Assim, como a resistência não é constante, o gráfico não seria uma reta.

Na segunda lei de Ohm, observa-se que

$$R = \frac{l}{\sigma A} .$$

Esta equação expressa a lei de Ohm de maneira global, pois R depende características apenas do corpo condutor.

O inverso da condutividade é chamado de resistividade elétrica do material,

$$\rho = \frac{1}{\sigma} .$$

Logo, quanto maior for a dificuldade a propagação de corrente elétrica, maior será a resistividade do material e menor a sua condutividade.

Assim,

$$R = \rho \frac{l}{A} .$$

A resistividade do material varia com a temperatura de maneira linear,

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)],$$

em um certo intervalo de temperatura, que depende do material. Onde ρ é a resistividade na temperatura final e ρ_0 a inicial, α é o coeficiente térmico da resistividade.

AULA 4

MINIBANCADA

Construa de maneira antecipada a bancada para aplicar em sala de aula, com o intuito de ensinar alguns mecanismos do circuito predial elétrico, bem como iniciar a apresentação de alguns caminhos para a segurança.

4.1 Objetivo

- Aprender sobre componentes elétricos comuns em uma residência;
- Aprender sobre a diferença entre os fios elétricos: neutro, terra, fase e retorno;
- Aprender a representação por cores e sua motivação;

4.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula).

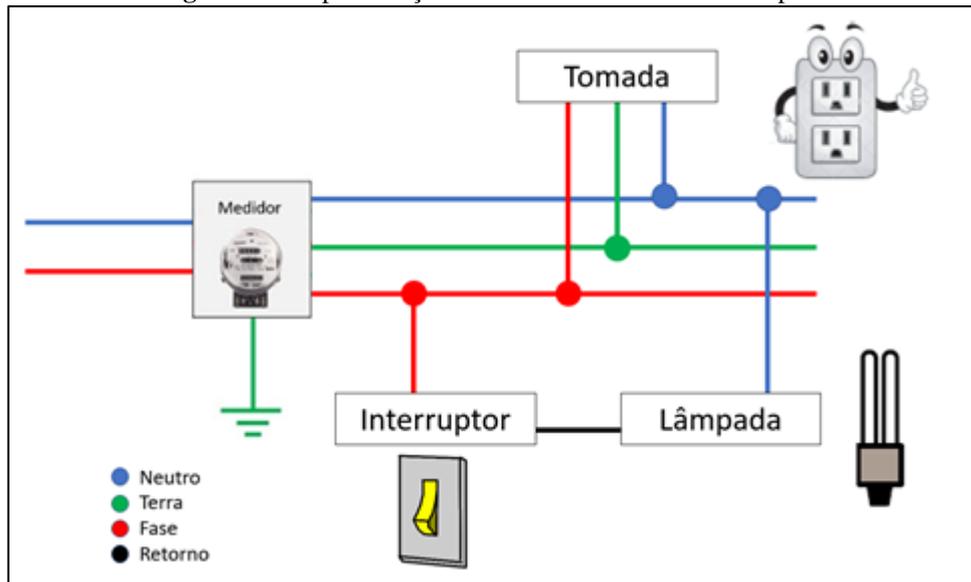
4.3 Procedimentos

4.3.1 Materiais

-  Compensado, MDF ou papelão;
-  01 metro Cabo 2,5 mm² cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  01 tomada;
-  01 Interruptor;
-  01 bocal tipo plafon;
-  Parafusos;
-  01 lâmpada;
-  Fita isolante;
-  01 Plug macho trifásico;
-  Grampos para fixar fio condutor;
-  Chave Phillips;
-  Alicates;
-  Martelo.

4.3.2 Preparativos para a Aula

Figura 31 - Representação de um circuito residencial simples.



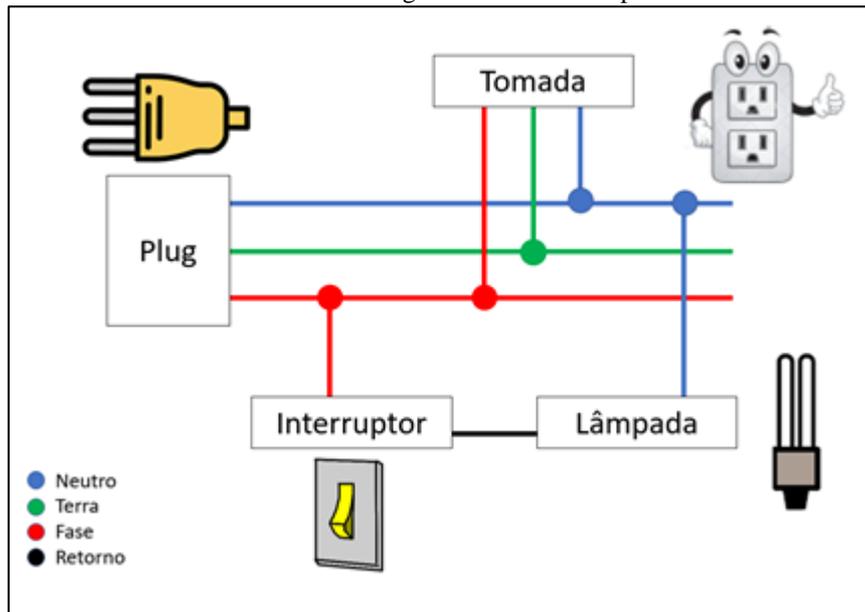
Fonte: Autor, 2021.

Passo 1: Use a imagem acima para se basear na montagem;

Importante lembrar que o “Medidor” não estará presente em si no modelo que irá fazer, uma vez que ele está na parte externa de onde seu estabelecimento de ensino para a averiguação da concessionária de energia.

Mas, no lugar coloque o plug macho de tomada.

Figura 32 - Representação de um circuito residencial simples com a substituição do plug para servir de modelo na montagem da bancada simples.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 2: Para a bancada simples utilize uma base como um pedaço de compensado, MDF ou mesmo papelão. Não precisa ser muito grande, mas o bastante

para colocar uma tomada, interruptor, um bocal e dispor a fiação de maneira segura e elegante;

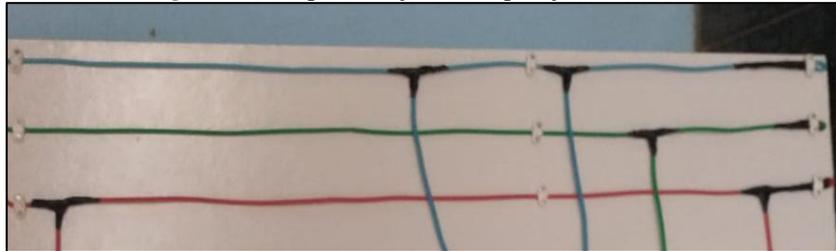
Figura 33 - MDF usado na minibancada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Na lateral, disponha o cabo vermelho (Fase), o verde (Terra) e o azul (Neutro) – Cabo 2,5 mm².

Figura 34 - Representação da disposição dos cabos.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Isole as extremidades com fita isolante da maneira abaixo;

Passo 5: Prenda as extremidades com os grampos fixadores;

Figura 35 - Representação das extremidades fixadas dos cabos.

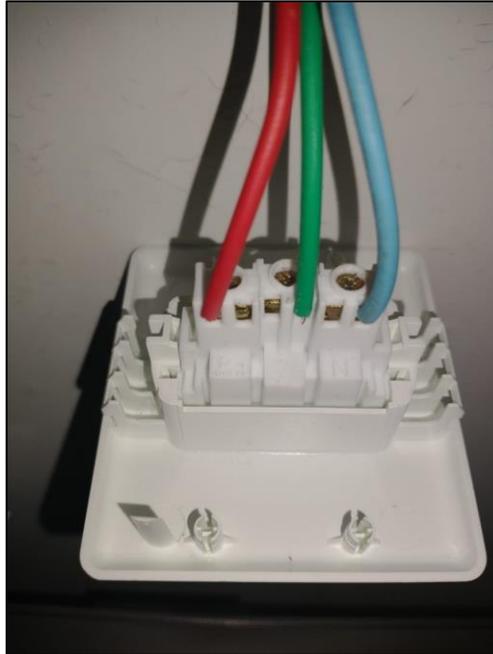


Fonte: Autor, 2021.

Passo 6: Observe exatamente onde quer que fique e calcule o tamanho do cabo de 1,5 mm² que necessitará;

Passo 7: Coloque os cabos vermelho, azul e verde na tomada;

Figura 36 - Representação da disposição dos cabos na tomada.

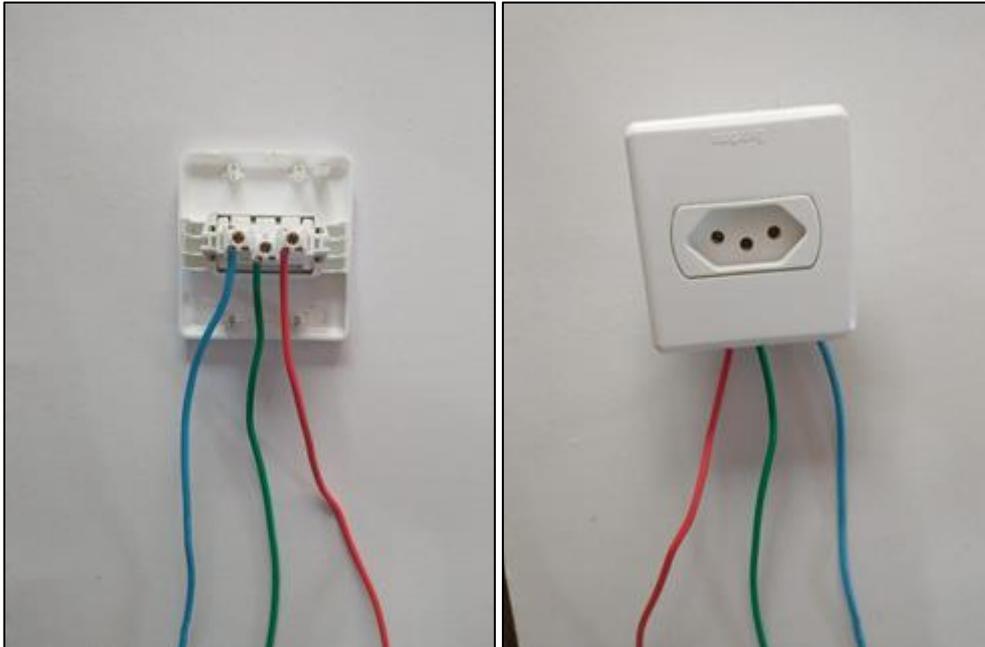


Fonte: Autor, 2021.

Observe que já vem especificada onde irá a Fase, Terra e Neutro na tomada.

Passo 8: Coloque o fio observando as especificações que já vem na próxima cobrada;

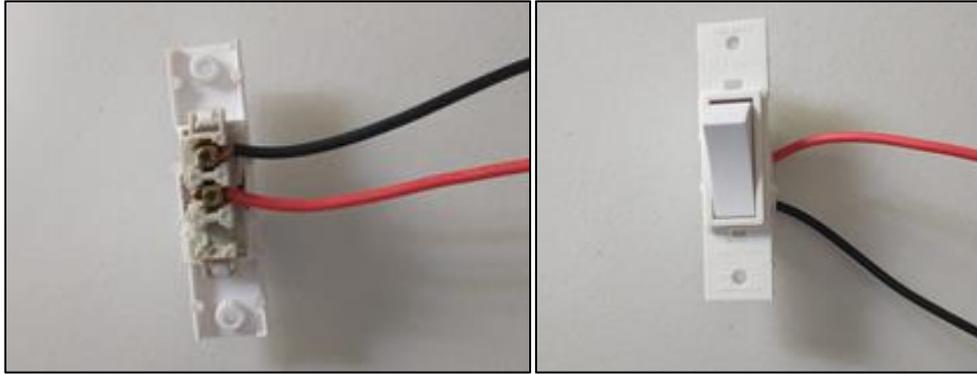
Figura 37 - Representação dos cabos vista de costa e de frente.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 9: Pegue dois pedaços de fio vermelho e preto para instalar o interruptor;

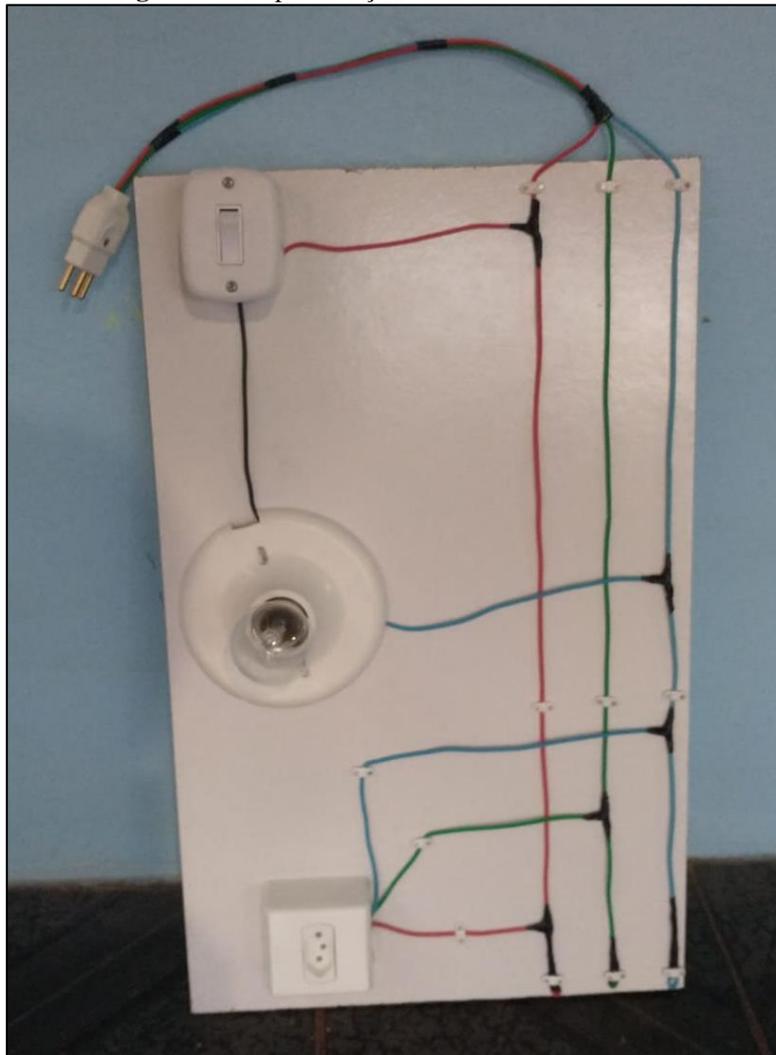
Figura 38 - Representação dos cabos no interruptor.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 10: Use a fita isolante para unir e vedar cada fiação;

Figura 39 - Representação da minibancada montada.



Fonte: Autor, 2021.

4.3.3 Prática

Passo 1: MOMENTO 01: mostre o funcionamento do seu circuito;

Passo 2: Ligue e desligue o interruptor para observares a lâmpada acender e apagar, a medida em que você fecha e abre o circuito;

Passo 3: Pergunta:

“Por que a lâmpada acende e apaga?”

Passo 4: Espere o questionamento da turma;

Passo 5: Coloque um carregador na tomada e conecte um celular para demonstrar que o mesmo está carregando;

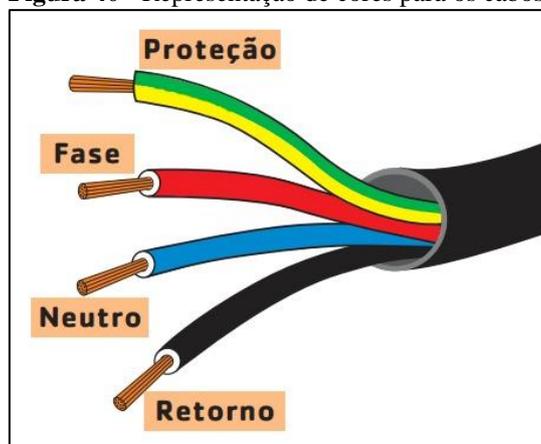
Passo 6: Converse a respeito da energia da rede passando para o aparelho;

Passo 7: MOMENTO 02: diferencie os fios.

Passo 8: MOMENTO 03: enfatizar a necessidade de cores distintas para uma maior segurança na rede doméstica.

4.4 Fundamentação Teórica

Figura 40 - Representação de cores para os cabos.



Fonte: (AQUINO; LAVOR, 2020).

Fio Neutro: tem um potencial (voltagem) quase nulo, servido como referencial para os demais condutores da instalação. Cor Azul Claro.

Fio Fase: é o condutor que terá o potencial diferenciado do neutro em 127 V ou 220 V. Isso significa que se o a Fase for de 127 V, por exemplo, há entre a Fase e o Neutro uma ddp de 127 V. Cor: diferente do Neutro e o Terra.

Fio Terra: é o fio de proteção contra uma possível sobre carga no circuito elétrico. Fica ligado à um eletrodo ou barra que é aterrado e deve fazer parte da rede elétrica. Cor: verde ou verde e amarela.

Fio Retorno: é utilizado na iluminação e liga o ponto de luz ao interruptor. Cor: Preto.

AULA 5

SEGURANÇA

Para uma boa prática, a segurança é item indispensável. Seria interessante e enriquecedor para a aprendizagem da classe que convidasse profissionais capacitados como:

- Técnico em Segurança do Trabalho.
- Técnico em Eletricidade ou Eletricista Predial.
- Engenheiro Elétrico.

O acréscimo desses profissionais com toda a sua vivência, ajudará a turma é ter um aprendizado muito mais aprofundado.

5.1 Objetivo

- Aprender sobre normas de segurança em instalações prediais.

5.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

5.3 Procedimento

5.3.1 Prática

Passo 1: Pergunta: *Você saberia explicar o risco de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?*

Passo 2: Debata com a turma essa situação-problema.

Passo 3: Fale a respeito dos riscos da corrente elétrica.

Passo 4: Comente as consequências no corpo de receber uma descarga elétrica.

Passo 5: Fale da necessidade do uso de materiais isolantes.

Passo 6: Comente sobre a ABNT 5410.

Passo 7: Explique dicas de segurança para a turma.

Passo 8: Fale dos cuidados para com a montagem da bancada.

Nesse momento, pode usar a bancada simples para repassar alguns cuidados.

5.4 Fundamentação Teórica

O uso de energia elétrica requer muito cuidado, pois esta fonte de energia pode não só causar danos materiais, mas também pode ser fatal ou causar lesões irreparáveis quando os procedimentos de segurança adequados são ignorados.

A maioria dos acidentes elétricos são causados pela falta de informação ou pela imprudência de quem trabalha e utiliza os recursos elétricos.

5.4.1 Alguns motivos de acidentes elétricos:

-  Pouca ou nenhuma informação ao tratar com os riscos elétricos;
-  Equipamentos e instalações em condições impróprias;
-  Subestimar riscos.

5.4.2 Como ocorre o choque?

Um choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa pelo corpo humano. Pode até levar à morte dependendo da força da corrente, então é preciso ter muito cuidado com tomadas, fios desencapados e até redes de distribuição de energia, pois são muito perigosas e possuem altas potências que podem eletrocutar pessoas.

Quando a eletricidade passa pelo corpo, ela interfere na corrente elétrica interna transportada pelos nervos, causando uma sensação de formigamento. O choque elétrico ocorre quando há uma diferença de potencial entre dois pontos diferentes do corpo humano. Assim, quanto maior a diferença de potencial, maior a corrente. Portanto, maior o choque. Normalmente, um desses pontos é o pé que faz contato com o solo, e o outro é o ponto que realmente faz contato com algum aparelho ou fio.

-  Fatores que influenciam no choque:
-  Caminho da corrente no corpo;
-  Intensidade da corrente;
-  Tempo do choque;
-  Tensão elétrica;
-  Condições da pele da pessoa;
-  Estado de saúde;
-  Região do choque.

5.4.3 Aspectos biológicos da corrente elétrica

O que determina as consequências de um choque elétrico é a intensidade da corrente, ou seja, a magnitude da corrente.

Figura 41 - Efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano.

INTENSIDADE DA CORRENTE ALTERNADA (50 / 60 HZ) QUE PERCORRE O CORPO	PERTURBAÇÕES POSSÍVEIS DURANTE O CHOQUE	ESTADO POSSÍVEL	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL
 1 miliampère	NENHUMA.	NORMAL.	—	NORMAL.
 1 a 9 miliampères	SENSAÇÃO CADA VEZ MAIS DESAGRADÁVEL, À MEDIDA QUE A INTENSIDADE AUMENTA. CONTRAÇÃO MUSCULARES.	NORMAL.	DESNECESSÁRIO.	NORMAL.
 9 a 20 miliampères	SENSAÇÃO DOLOROSA. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. PERTURBAÇÕES CIRCULATORIA.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	RESTABELECIMENTO.
 20 a 100 miliampères	SENSAÇÃO INSUPORTÁVEL. CONTRAÇÕES VIOLENTAS. ASFIXIA. ANOXIA. ANOXEMIA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR.	MORTE APARENTE.	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.	MUITAS VEZES NÃO HÁ TEMPO DE SALVAR E A MORTE OCORRE EM POUCOS MINUTOS.
 Acima de 100 miliampères	ASFIXIA IMEDIATA. FIBRILAÇÃO VENTRICULAR. ALTERAÇÕES MUSCULARES. QUEIMADURAS.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	MUITO DIFÍCIL.	MORTE.
 Vários Ampères	ASFIXIA IMEDIATA. QUEIMADURAS GRAVES.	MORTE POSTERIOR OU IMEDIATA.	PRATICAMENTE IMPOSSÍVEL.	MORTE.

Fonte: (CANEZ).

5.4.4 ABNT NBR 5410

Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (ABNT NBR5410, 2004)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, normaliza as normas vigentes no Brasil. A NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade por uma Comissão de Estudos de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, a qual entrou em vigor a partir de 31 de março de 2005. Ela normaliza condições e regras a serem aplicadas em instalações elétricas baixa tensão alternada até 1000 Voltes e tensões contínuas de 15000 Voltes no Brasil.

5.4.5 Os objetivos principais são:

-  Instruir trabalhadores e empregadores sobre as precauções adequadas a serem tomadas para evitar acidentes ou doenças ocupacionais;
-  Manter e promover a integridade física dos colaboradores;
-  Estabelecer normas de saúde e segurança;
-  Promover a política de saúde e segurança ocupacional nas empresas.

5.4.6 Dicas de segurança.

-  Vai consertar, instalar? Desligue o disjuntor ou a chave de segurança!

- ✿ Não sobre carregue o benjamim.
- ✿ Cuidado com fios desencapados.
- ✿ Use equipamentos dentro das normas do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).
- ✿ Deixe equipamentos elétricos longe da água.
- ✿ Em um curto-circuito não apague o fogo com água. Se possível, desligue a chave geral, use extintor e chame os bombeiros.
- ✿ Mantenha fios longe do calor.
- ✿ Ao fazer instalações ou manutenções no telhado, cuidado com a rede externa.
- ✿ Preste atenção em sinais como o disjuntor ficar disparando com frequência.

5.4.7 Cuidados na montagem da bancada

Deixe sempre limpa a bancada, a fim de facilitar a compreensão do equipamento, de modo que facilite a compreensão.

Sempre antes de manejar a bancada, verifique que o circuito se encontra desenergizado. Assim, antes de iniciar a operação dos circuitos elétricos que compõem as unidades experimentais, é necessário verificar se os mesmos não estão energizados.

Confira todas as convecções dos fios do experimento para evitar qualquer tipo de acidente.

Instalação de disjuntores no circuito.

O trabalho com ferramentas, equipamentos e outros dispositivos de laboratório devem ser usados de acordo com sua especificação de uso. Portanto, certifique-se de usar esses dispositivos corretamente antes de fazer montagens experimentais.

Os circuitos elétricos devem ser cuidadosamente verificados antes de ligar. Além disso, a equipe de alunos deve pedir permissão ao professor antes de ligar a bancada elétrica.

AULA 6

DIMENSIONAMENTO DA BANCADA

Professor, aqui você tem a escolha em:

1. Seguir essa linha de dimensionamento de bancada, trabalhando os conceitos de proporcionalidade com sua turma e trazendo para a escala do compensado. Na escolha dessa primeira maneira de abordar o dimensionamento da bancada, encontra-se, abaixo, os PASSOS para seguir nesta linha. – 02 aulas;

2. Convidar um professor de matemática, convidando-o a trabalhar conceitos na área de conhecimento “Matemática e suas Tecnologias”, como por exemplo, razão e proporção. Podendo ser planejando como uma proposta de Itinerário Formativo, já dentro da perspectiva do Novo Ensino Médio. – 02 aulas;

3. Fazer de maneira livre a divisão sem o uso de uma das abordagens anteriores. Isso faria com que esse momento possa ser suprimido.

6.1 Objetivo

- Ensinar proporcionalidade e noções de dimensionamento.
- Usar o conhecimento matemático para dimensionar o tamanho e as divisórias da casa aplicada na bancada.

6.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

6.2 Procedimento

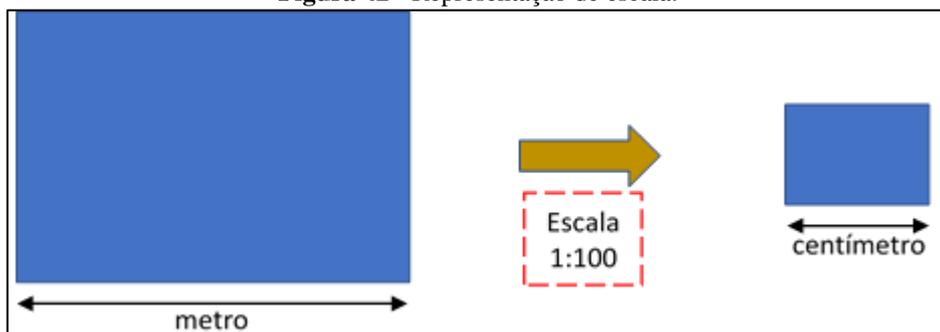
6.3.1 Materiais

-  Compensado.
-  Lápis.
-  Marcador permanente.

6.3.2 Prática

Passo 1: Mostre a ideia do dimensionamento de escalas. Fale da escala reduzida que irão desenhar na bancada.

Figura 42 - Representação de escala.



Fonte: Autor, 2021.

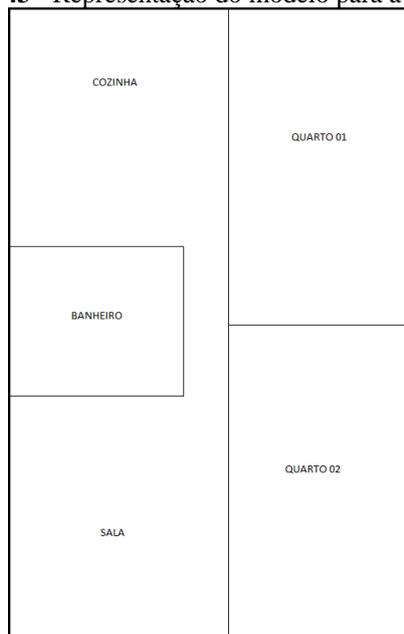
$$escala = \frac{\text{medida do desenho}}{\text{medida real}}$$

A escala 1:100, significa que cada centímetro equivale um metro na área real. Note que convertemos 01 metro para 100 centímetros, pois as duas necessitam estar na mesma unidade.

Pode acontecer, ainda, que dependendo do tamanho do compensado comprado, no processo de conversão de escala um centímetro represente um espaço maior, como por exemplo, 1:250. o que significa que 01 centímetro equivaleria à 2,5 metros, ou seja, 250 centímetros.

Passo 2: Mostre o modelo da residência que se basearão para construir a bancada.

Figura 43 - Representação do modelo para a bancada.



Fonte: Autor, 2021.

Esse modelo acima, é representação esquemática das casas populares que existem na cidade de Cametá no Pará, pelo projeto “Minha Casa, Minha Vida”. Nele, há dois quartos, uma cozinha, uma sala e um banheiro. E se encontra no **Apêndice B**.

✚ Querido Educador, caso decida, pode fazer com que a turma interaja ainda mais, escolhendo a residência de um dos alunos para usar na bancada como modelo. Sendo orientado previamente para a turma, afim que tragam as medidas realizadas.

Passo 3: Posicione a folha de compensado.

Figura 44 - Folha de compensado.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Desenhe a lápis as divisões e, em seguida, passe o marcador permanente.

Figura 45 - Representação da delimitação da marcação no compensado.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: Após realizar as marcações em seu modelo de bancada, é momento de construir com a turma. Divida a turma em equipe.

Como a casa possui 05 cômodos, divida a turma em 05 equipes. Cada equipe ficará responsável pela instalação de um cômodo. Cada cômodo possui um interruptor, uma tomada e um bocal, com exceção do banheiro, o qual possui uma tomada e um bocal.

AULA 7

INSTALAÇÃO DA BANCADA

Uma vez, que o aprendiz se familiarizou como o esquema simples da fiação, cabeamento, tomadas, com a necessidade de cores diferentes dos cabos e como se projeta a bancada, é momento de a turma em conjunto ou em grupo construir uma bancada um pouco mais complexa. Para isso, resolvemos escolher um projeto de uma residência no modelo “Minha casa, minha vida”, como foi explicado na aula anterior.

7.1 Objetivo

- Aprender sobre componentes elétricos comuns em uma residência.
- Entender o funcionamento do circuito em uma residência.

7.2 Tempo

- 150 minutos (03 aulas).

7.3 Procedimento

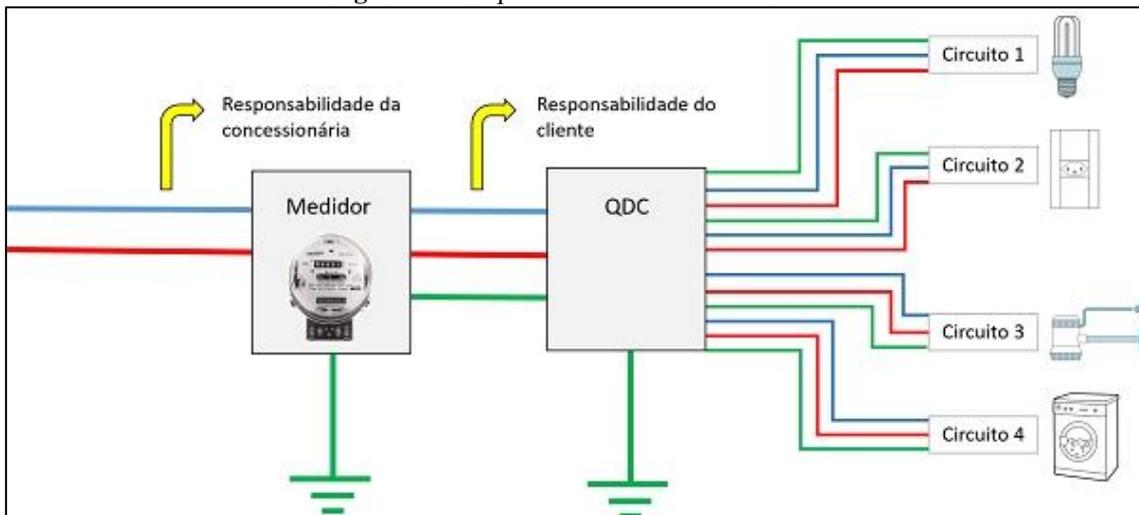
7.3.1 Materiais

-  Compensado ou MDF;
-  02 metro Cabo 2,5 mm² cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  01 metro Cabo 1,5 mm² cada (azul, preto, vermelho e verde);
-  04 tomadas;
-  05 Interruptores;
-  05 bocais tipo plafon;
-  01 lâmpada;
-  01 disjuntor;
-  Parafusos;
-  Fita isolante;
-  01 Plug macho trifásico;
-  Grampos para fixar fio condutor;
-  Chave Phillips;
-  Alicates;
-  Martelo.

7.3.2 Prática

Passo 1: Explique sobre a importância do Quadro de Distribuição.

Figura 48 - Esquema da divisão de circuitos.



Fonte: (ELÉTRICA, MUNDO DA).

O Quadro de Distribuição entra em cena como uma ferramenta a mais na segurança da rede elétrica.

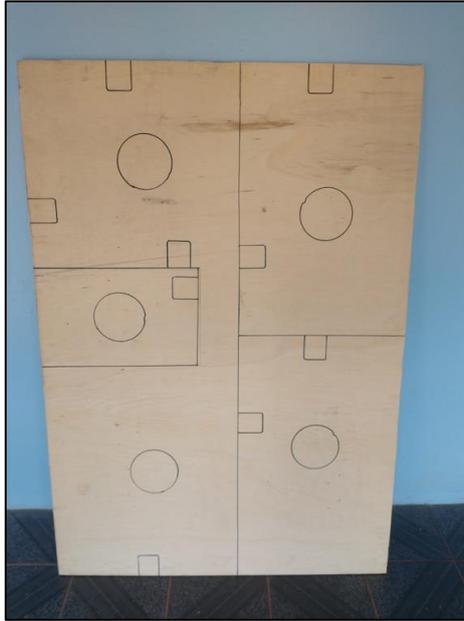
Segundo a (ABNT NBR5410, 2004) há a necessidade do uso de QDC para separar cada circuito em sua destinação. Como consequência, haverá menor risco de acidentes quando um circuito não funcionar de maneira correta, possibilita um melhor uso da rede por meio dos equipamentos, garantindo seletividade, possibilita as avaliações e reparos.

Imagine que haja uma falha em uma certa parte do circuito. Caso, o circuito seja no formato de “espinha de peixe”, ou seja, todos os sistemas dos cômodos sendo ligados em uma fase, neutro e terra que correr, geralmente, no corredor da casa, fica cansativo a sondagem do sistema. Contudo, em um sistema seccionado como estamos vemos, é mais fácil a verificação de qual o defeituoso.

Para fins didáticos, foi usado um único disjuntor para a rede e optou por não a seccionar para não encher o visual da bancada. Caso, queira usar uma QDC faça com dois e dívida em área dos quartos e o restante, pois isso facilitaria a explicação.

👉 Uma vez, a turma ter delimitado todas as marcações na bancada, na aula anterior, é momento de iniciar a instalação.

Figura 49 - Representação da marcação do compensado.

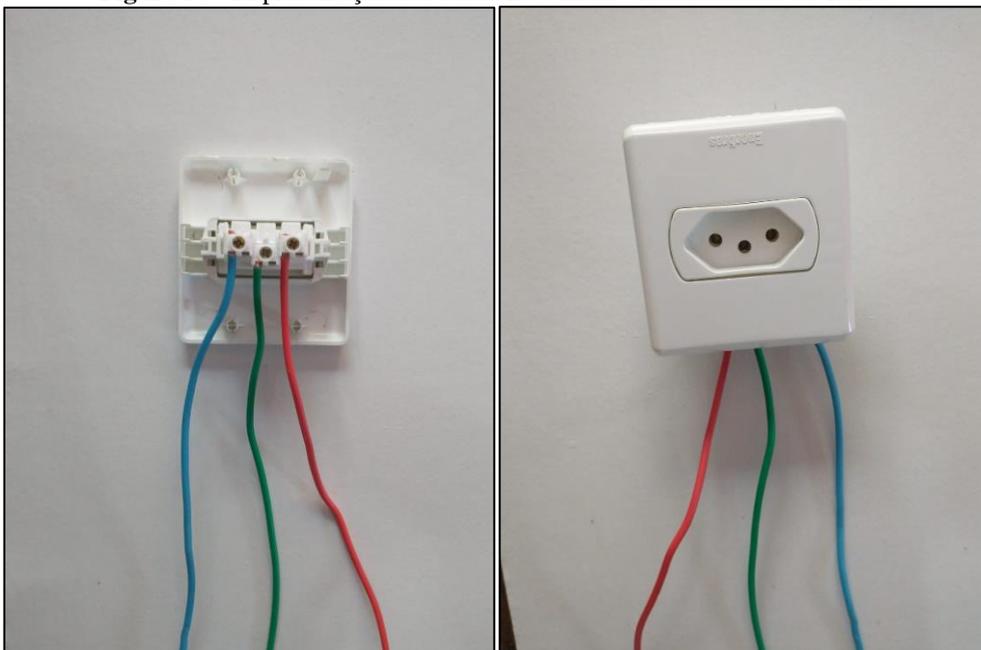


Fonte: Autor, 2021.

Passo 2: Tenha em mãos um modelo para a tomada, um para o bocal e um para o interruptor.

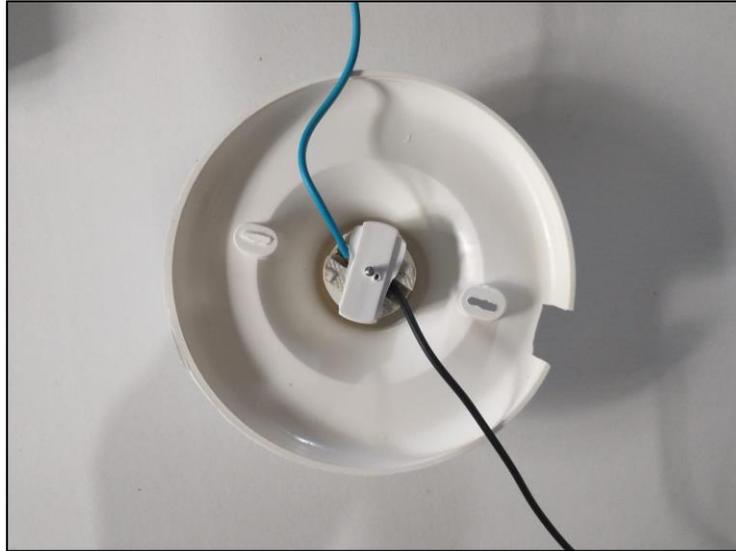
Isso facilita ao aluno o que ele necessita fazer.

Figura 50 - Representação dos cabos na tomada vista de costa e de frente.



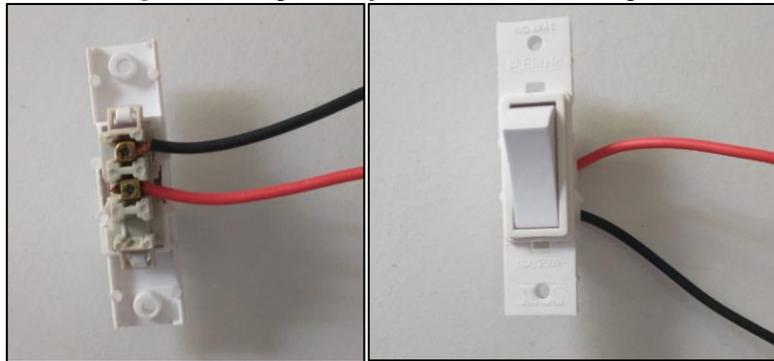
Fonte: Autor, 2021.

Figura 51 - Representação dos cabos no bocal.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 52 - Representação dos cabos no interruptor.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Demonstre como se descasca o cabo condutor com o alicate.

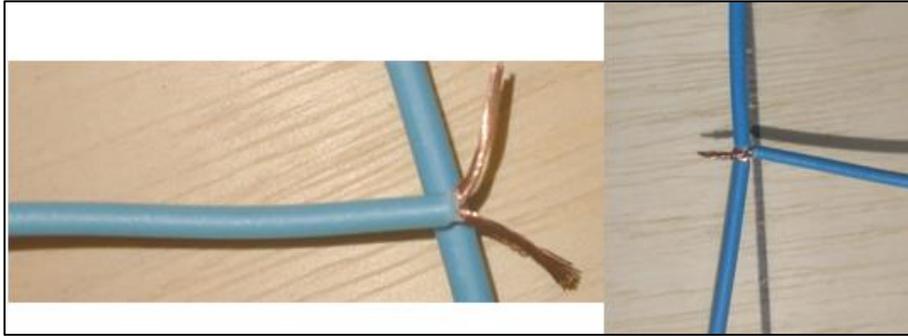
Figura 53 - Região do fio descascado para realizar a junção para ligação com outro fio condutor.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Demonstre como se conectam os fios um com o outro usando o alicate.

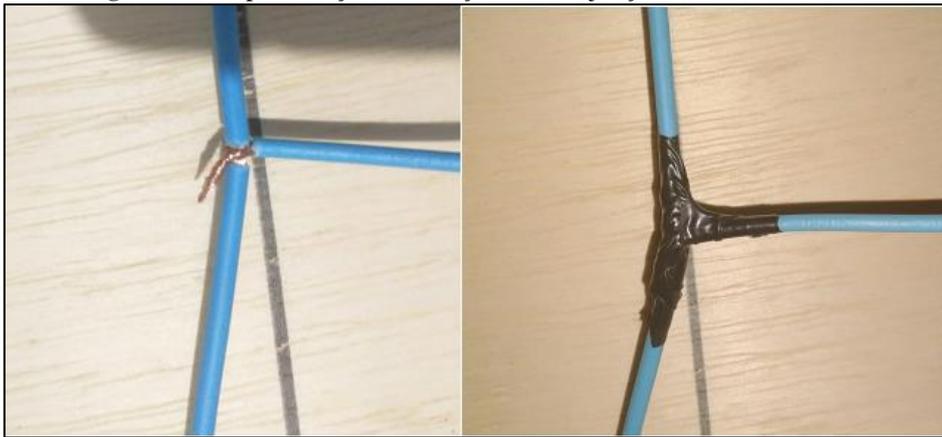
Figura 54 - Representação do encaixe de fios condutores.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: Demonstre como se isola toda a fiação desprotegida com fita isolante.

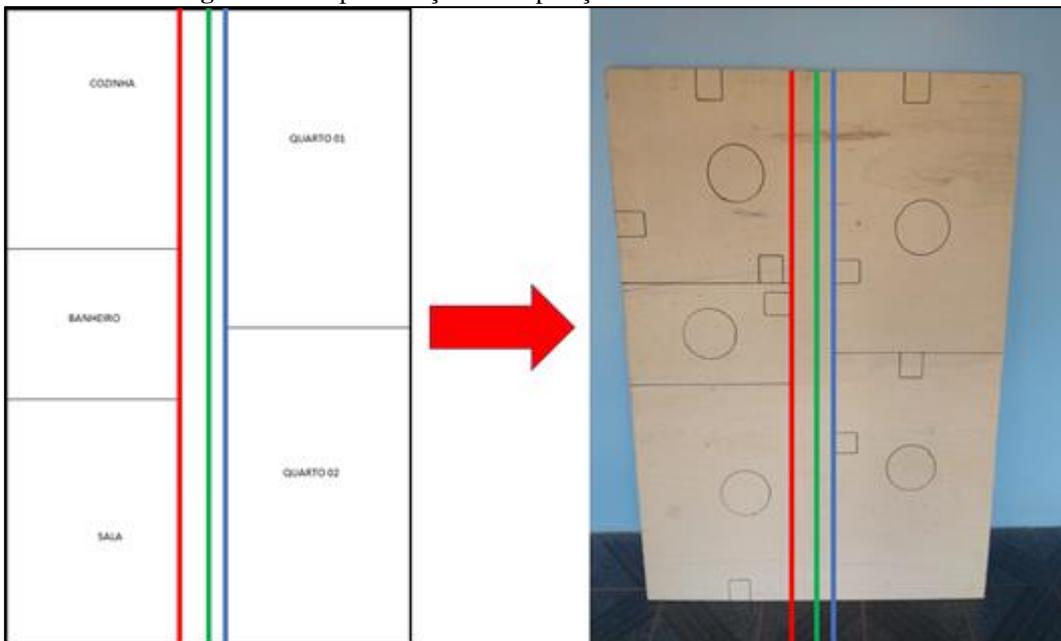
Figura 55 - Representação da isolação de uma junção de fios condutores.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 6: Enquanto as turmas estão com suas respectivas atividades, isole com fita isolante as extremidades que serão colocadas e prendidas na bancada.

Figura 56 - Representação da disposição dos fios condutores na bancada.



Fonte: Autor, 2021.

Lembre-se de verificar que estão bem isoladas e fixadas.

Figura 57 - Representação das extremidades fixadas dos cabos.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 7: Certifique-se que todos estão fazendo de maneira adequada, quando todos terminarem, inicie a etapa de fixação na bancada.

Passo 8: Inicie a instalação dos cômodos com os alunos de cada equipe.

Na ordem:

I. Comece com a Equipe que ficou com o QUARTO 01, por ser o mais amplo, o que permite uma melhor visualização por toda a turma.

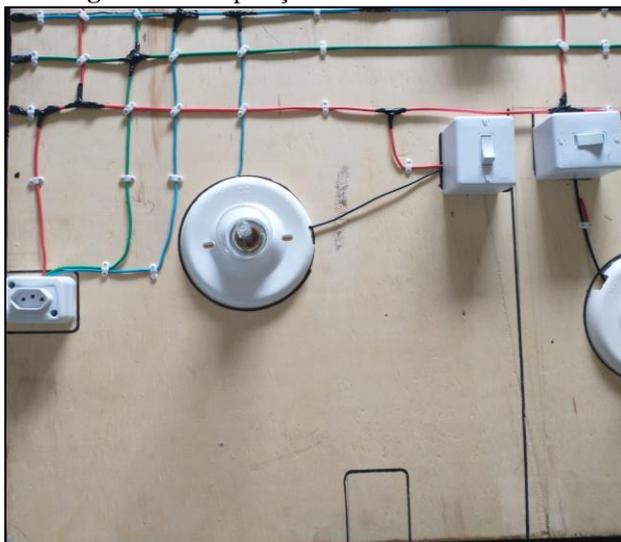
Figura 58 - Disposição do circuito do Quarto 01.



Fonte: Autor, 2021.

II. Em seguida, é a vez da equipe que ficou com a COZINHA.

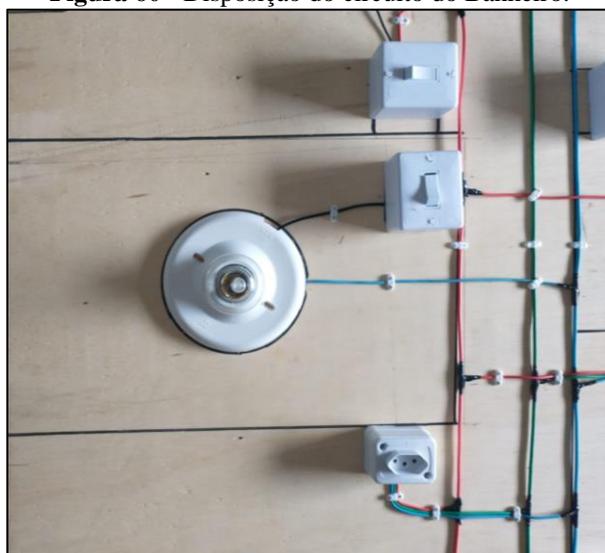
Figura 59 - Disposição do circuito da Cozinha.



Fonte: Autor, 2021.

III. Equipe com o BANHEIRO.

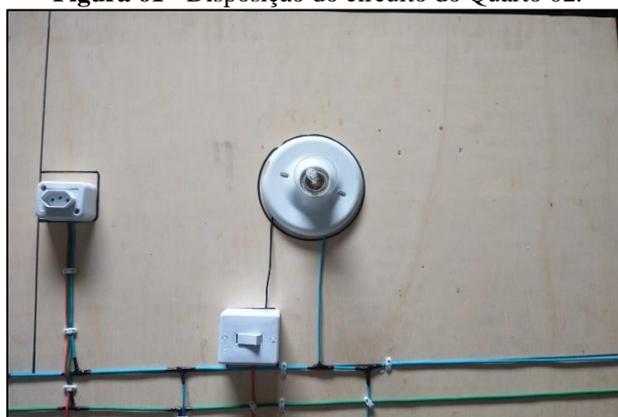
Figura 60 - Disposição do circuito do Banheiro.



Fonte: Autor, 2021.

IV. Equipe do QUARTO 02.

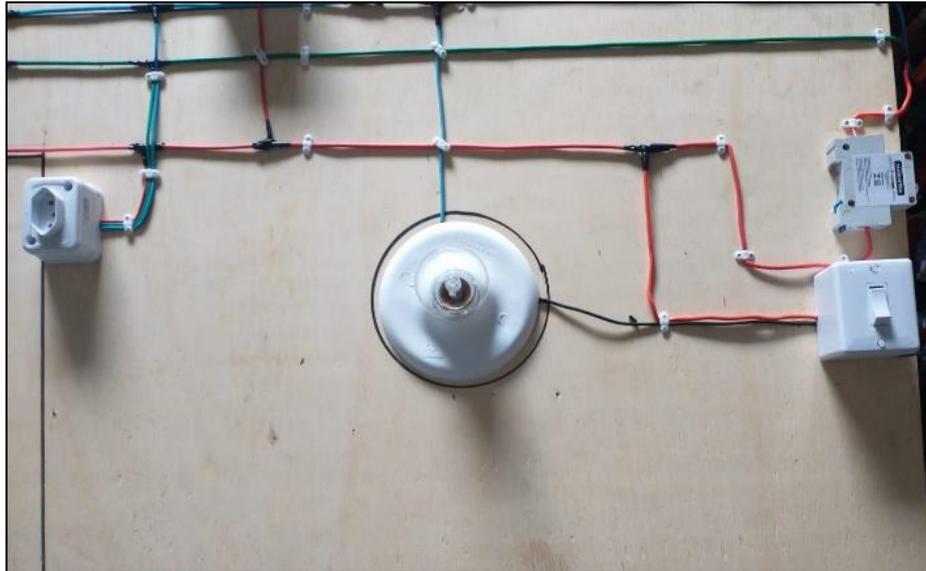
Figura 61 - Disposição do circuito do Quarto 02.



Fonte: Autor, 2021.

V. Equipe com a SALA.

Figura 62 - Disposição do circuito da Sala.

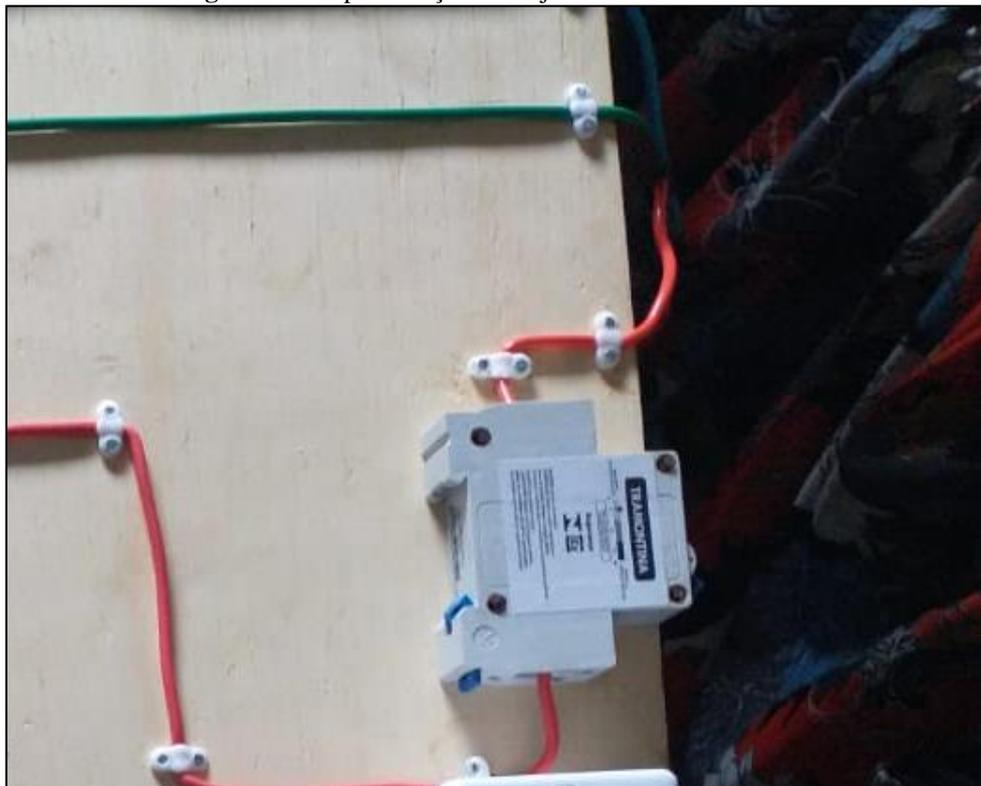


Fonte: Autor, 2021.

Passo 9: Neste momento, fale do papel do disjuntor.

A ação do disjuntor depende do nível de corrente que passa pelo sistema: quando ocorre uma sobrecarga, o dispositivo irá “disparar” e interromper o funcionamento de toda a rede para evitar danos ao próprio circuito e aos equipamentos eletrônicos a ele conectados.

Figura 63 - Representação do disjuntor fixado na bancada.



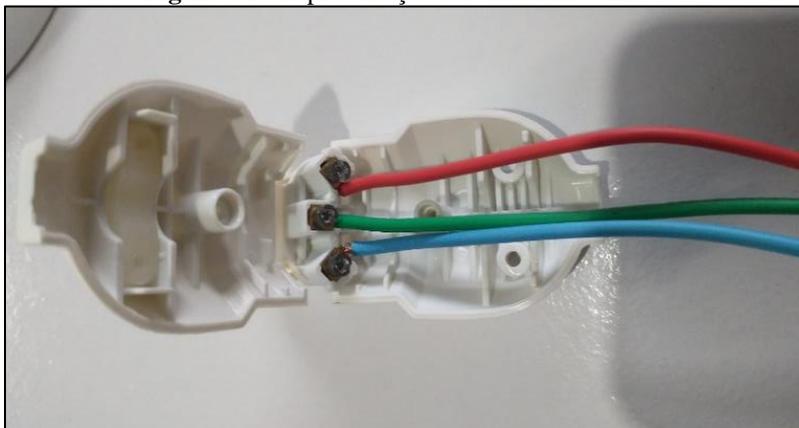
Fonte: Autor, 2021.

Note que o disjuntor é conectado ao cabo de fase da rede elétrica.

Havendo um QDC, haverá um disjuntor para cada fase que será responsável por uma rede da residência.

Passo 10: Por fim, conecte os três fios à uma plug macho de 20 A. Desparafuse e conecte cada ponta em um terminal, colocando o aterramento no centro.

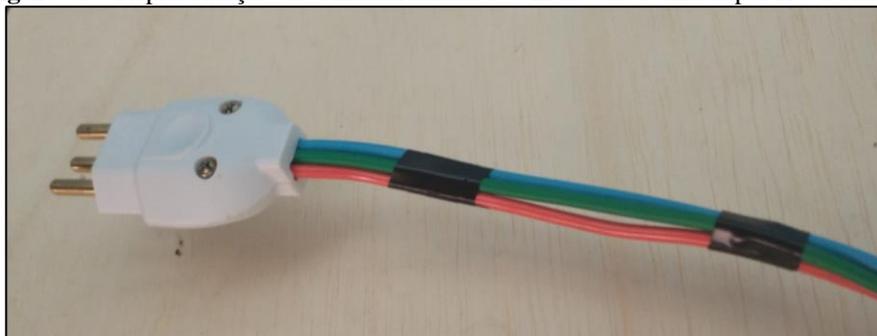
Figura 64 - Representação dos cabos na tomada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 11: Use a fita isolante para unir cada fiação. E verifique se está tudo seguro e bem isolado.

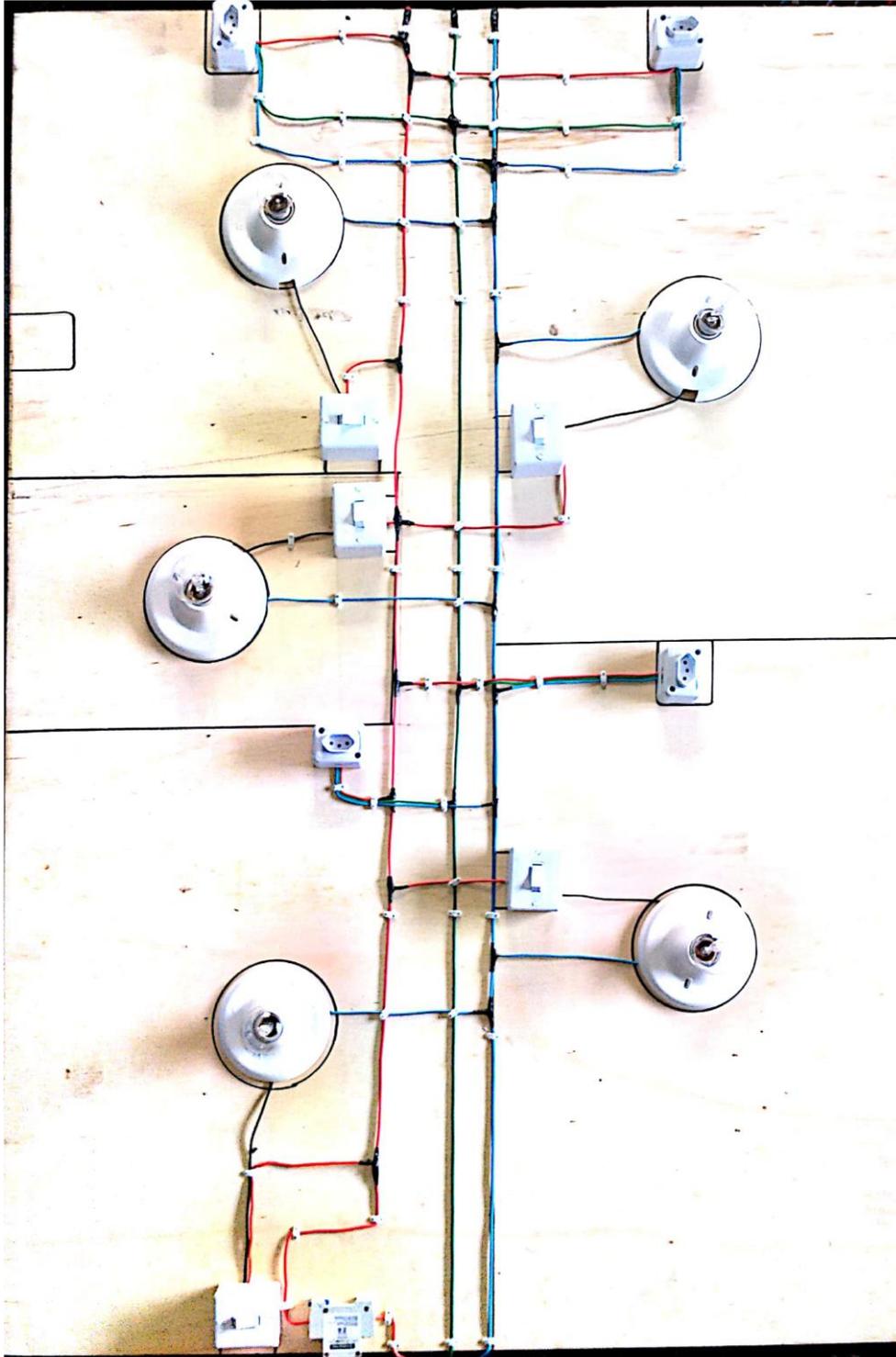
Figura 65 - Representação da tomada fechada e com os cabos unidos por fita isolante.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 12: Pronto! A sua bancada ficou pronta.

Figura 66 - Representação da Bancada Elétrica montada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 13: ANTES DA PRÁTICA COM A BANCADA: Verifique se o disjuntor está desligado antes de conectar à rede elétrica. Com o disjuntor desligado, conecte a rede. Peça para os alunos manterem distância. Ligue o disjuntor. Ligue e desligue cada interruptor para ligar e apagar as lâmpadas. Após isso, pegue um carregador de celular e

conecte com um celular em cada uma das tomadas a fim de verificar se estão carregando.

Passo 14: Diga para cada equipe se posicionar no cômodo, o qual ficou responsável pela instalação e ligar e desligar lâmpadas e conectar um carregador de celular na tomada. Chame uma equipe por vez para sempre manter o controle.

Passo 15: Ao terminar, desligue o disjuntor e desconecte da rede elétrica.

AULA 8

MULTÍMETRO

O equipamento utilizado nessa prática é chamado de Multímetro, instrumento este muito utilizado pelos eletricitistas e profissionais que trabalham com a eletricidade. Aqui vamos aprender a manusear os principais atributos deste aparelho.

Figura 67 - Multímetro



Fonte: Autor, 2021.

Multímetro – também chamado de Multttester, é um instrumento que reúne apenas em um equipamento:

Amperímetro: usado para acusar a corrente elétrica, está graduado em Ampère (A), a qual é a unidade de corrente;

Voltímetro: usado para verificar a diferença de potencial, está em Volt (V);

Ohmímetro: mede a resistência elétrica, graduado em Ohm (Ω).

8.1 Objetivo

- Fazer com o aluno conheça o Multímetro.

8.2 Tempo

- 100 minutos (02 aulas).

8.3 Procedimentos

8.3.1 Materiais

 Multímetro.

8.3.2 Prática

Passo 1: Apresente a turma o Multímetro e fale suas funcionalidades. Para auxiliar, olhe a Fundamentação Teórica.

Passo 2: Trabalhe o aparelho como o Voltímetro.

Passo 3: Trabalhe o aparelho como o Amperímetro.

Passo 4: Trabalhe o aparelho como o Ohmímetro.

Um modelo da Tabela de Notas de Medições, estará no **Apêndice C**.

8.3.3 Trabalhando com o Voltímetro

Passo 1: Pergunte a turma se deve virar na opção 01 ou 02. Faça as considerações necessárias e explique o motivo da escolha da opção 02.

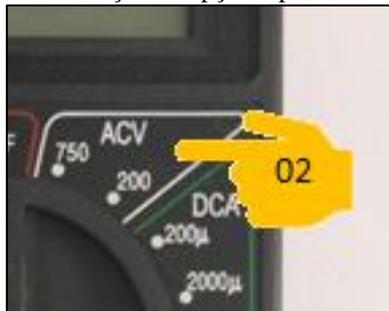
Figura 68 - Representação das opções de escolha das aos alunos para selecionar a opção Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 2: Colocar o Multímetro na opção 02.

Figura 69 - Representação da indicação da opção 2 para Voltímetro de corrente alternada.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Se sua rede for 127 V gradue para 200 V, caso seja de 220 V coloque em 750 V. Na dúvida, coloque em 750 V.

Figura 70 - Representação da escolha da escala para o Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Pergunte a turma se o Voltímetro deve ser colocado em SÉRIE ou em PARALELO na rede.

Figura 71 - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usando o Voltímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: Explique o motivo de o voltímetro ser ligado em paralelo na rede. Dê ênfase ao fato de a rede ser ligada em paralelo a diferença de potencial é a mesma por toda a bancada.

Passo 6: Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

Tabela 2 - Tabela de notas de medição da voltagem.

ORDEM	ALUNO	VOLTAGEM (V)
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
TOTAL = \sum MEDIDAS		
MÉDIA = $\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^\circ \text{ ALUNOS}}$		

Fonte: Autor, 2021.

Anote o nome de cada aluno e sua medida, isso ajudará a ficar mais interessado com o procedimento, pois verá associado seu nome ao valor experimental que produziu.

Passo 7: Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

Passo 8: Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

Passo 9: Note que a média se aproxima do valor de tensão da sua rede elétrica. Comente a respeito que o valor ser experimental e, portanto, haver uma pequena variação do valor 127 V (ou 220 V).

8.3.4 Trabalhando com o Amperímetro

Passo 1: Pergunte onde a Chave deve ser colocada.

Passo 2: Coloque o multímetro na opção que indica o Amperímetro.

Figura 72 - Representação da escolha da opção Amperímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Para saber em qual graduação do amperímetro deve ser escolhida é importante observar a especificação do fio condutor. Em caso de não conhecer, coloque na maior voltagem e vá diminuindo até obter um bom valor no mostrador digital.

Figura 73 - Representação da escala da ordem de grandeza da amperagem.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Pergunte a turma se o Amperímetro deve ser colocado em SÉRIE ou em PARALELO na rede.

Figura 74 - Esquema explicativo para introdução no circuito em paralelo para a medição usando o Amperímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 5: Fale de o motivo do amperímetro ser ligado em série. Relembre com a turma que quando em série, a corrente só terá um caminho a percorrer.

Passo 6: Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

Tabela 3 - Tabela de notas de medição da amperagem.

ORDEM	ALUNO	AMPERAGEM (A)
01		
02		
03		
04		
05		
06		

07		
08		
09		
10		
TOTAL = \sum MEDIDAS		
MÉDIA = $\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^{\circ} \text{ALUNOS}}$		

Fonte: Autor, 2021.

Anote o nome de cada aluno e sua medida, isso ajudará a ficar mais interessado com o procedimento, pois verá associado seu nome ao valor experimental que produziu.

Passo 7: Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

Passo 8: Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

Passo 9: Note que a média se aproxima do valor de corrente do fio condutor usado naquela bancada de rede elétrica. Comente a respeito que o valor ser experimental e, portanto, haver uma pequena variação do valor especificado na capacidade de corrente do fio condutor mensurado.

8.3.5 Trabalhando com o Ohmímetro

Passo 1: Pergunte onde a Chave deve ser colocada.

Passo 2: Coloque o multímetro na opção que indica o Ohmímetro.

Figura 75 - Representação da seleção do aparelho como um Ohmímetro.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 3: Para saber em qual graduação do ohmímetro deve ser escolhida é importante observar a especificação do fio condutor. Em caso de não conhecer, coloque na maior resistência e vá diminuindo até obter um bom valor no mostrador digital.

Figura 76 - Representação da escala da ordem de grandeza da resistência.



Fonte: Autor, 2021.

Passo 4: Peça para cada aluno fazer uma medição da voltagem e anote:

Tabela 4 - Tabela de notas de medição da resistência.

ORDEM	ALUNO	RESISTÊNCIA (Ω)
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
TOTAL = \sum MEDIDAS		
MÉDIA = $\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^{\circ} \text{ALUNOS}}$		

Fonte: Autor, 2021.

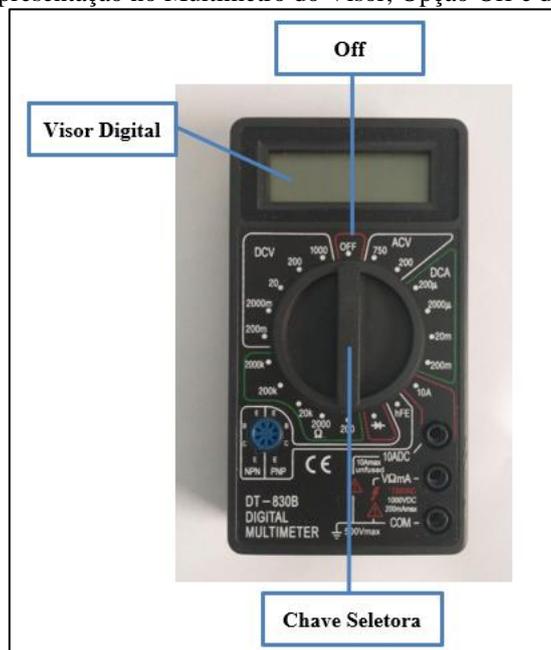
Passo 5: Após todos os alunos realizarem suas medições, some todas as medidas e anote.

Passo 6: Divida o somatório pelo número de alunos mediram. O resultado será a média das medidas.

Passo 7: Note que a média se aproxima do valor de corrente do fio condutor usado naquela bancada de rede elétrica. Comente a respeito que o valor ser experimental e, portanto, haver uma pequena variação do valor especificado na capacidade de corrente do fio condutor mensurado.

8.4 Fundamentação Teórica

Figura 77 - Representação no Multímetro do Visor, Opção Off e da Chave Seletora.



Fonte: Autor, 2021.

👉 **Visor Digital:**

O multímetro digital oferece a conveniência de exibir o valor medido diretamente no display visor, sem a necessidade de multiplicação de escala complexa e leitura como um multímetro analógico.

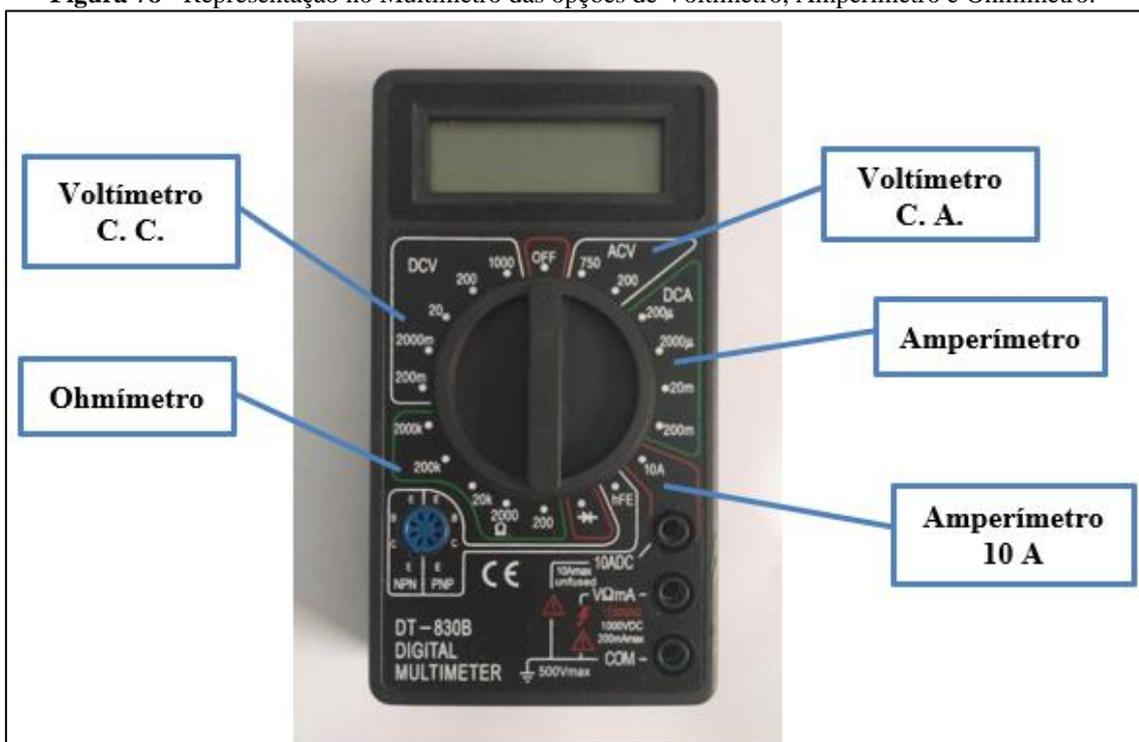
👉 **Chave Seletora:**

Será usada para escolher a função com a qual o multímetro trabalhará.

👉 **OFF:**

Após finalizar, sempre retorne para esta opção afim de não causar danos ao equipamento.

Figura 78 - Representação no Multímetro das opções de Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro.



Fonte: Autor, 2021.

👉 **Voltímetro para Corrente Contínua:**

Quando a chave está nessa opção, a aparece funciona como um voltímetro, ondo medirá tensões em corrente alternada, entre 200 milivolts a 1000 volts.

👉 **Voltímetro para Corrente Alternada:**

Nesta seleção o aparelho funciona como um voltímetro, contudo, medirá tensões em corrente contínua, entre 200 V a 750 V.

👉 **Amperímetro:**

Nesta opção, é possível acusar correntes contínuas entre 200 μ A até 200 mA.

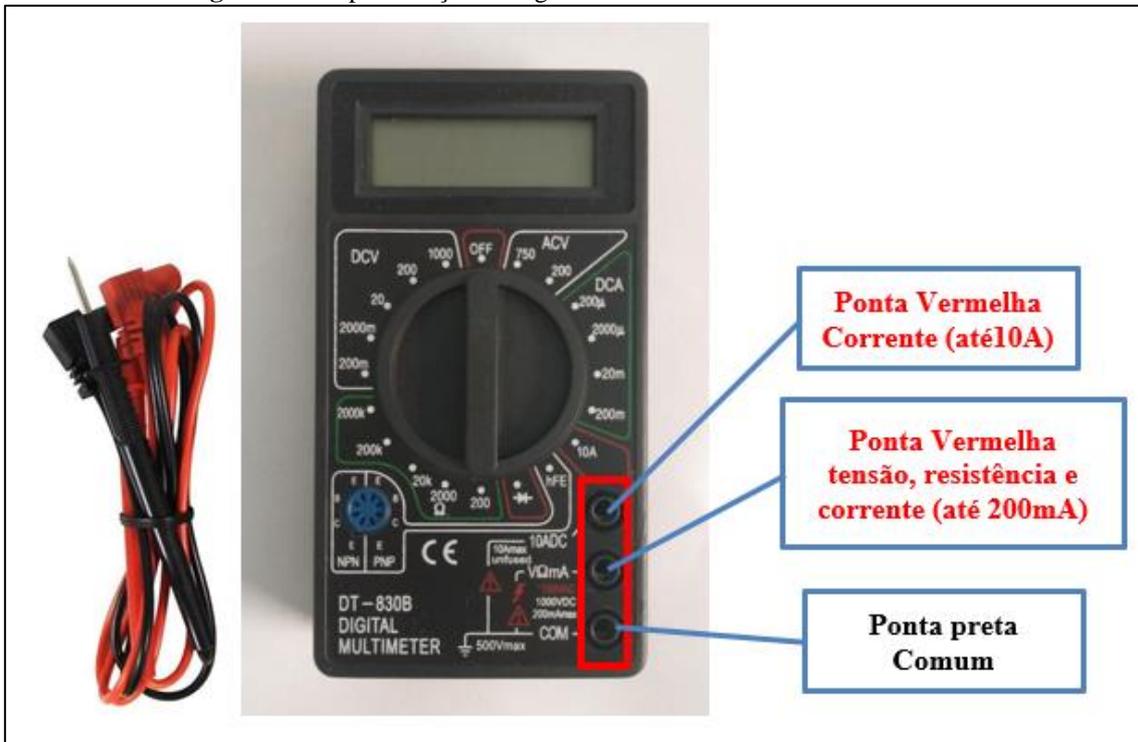
👉 **Amperímetro para 10 A:**

Aqui é possível realizar a verificação de correntes mais elevadas que chegam até 10 A.

➡ Ohmímetro:

para verificar a resistência dos materiais é escolhido esta opção. Ela está graduada para valores entre 200 Ω a 200 k Ω .

Figura 79 - Representação da região onde se introduz os cabos de teste.



Fonte: Autor, 2021.

➡ Entrada para os Fios de Teste:

Os cabos em contato com a região a ser testada. Fios de Prova (Pontas de Prova): são dois fios, um vermelho e um preto. O fio de teste PRETO será colocado na entrada do TERRA. Já o VERMELHO terá duas possibilidades.

Quando se deseja que o aparelho trabalhe como um Voltímetro para medir a tensão elétrica ou como um Ohmímetro para verificar a resistência elétrica ou mesmo um Amperímetro que verificará correntes até 200 mA será colocado na entrada com a legenda **VΩmA** que significa (Voltímetro, Ohmímetro e Amperímetro em ordem de grandeza de 10^{-3}).

Para um Amperímetro que suporte uma corrente maior (até 10 A, para este aparelho) o fio de prova vermelho deve ser colocado na entrada **10ADC**.

AULA 9

QUESTIONÁRIO FINAL

O intuito é entender o avanço do aluno em comparativo ao início de toda a abordagem.

9.1 Objetivo

- Aplicar o Questionário Final que se encontra no Apêndice;
- Avaliar a aprendizagem da turma.

9.2 Tempo

- 50 minutos (01 aula)

9.3 Procedimentos

Passo 1: Entregue o Questionário Final para a turma;

Passo 2: Leia o Questionário Final;

Passo 3: Recolha o Questionário Final.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO INICIAL

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIFESSPA
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará



UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto eletricidade.

01 – Você já pegou ou viu alguém pegar um **choque**? Caso, sim, descreva o que aconteceu.

Comente: _____

02 - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

Comente: _____

03 – Em seu dia a dia você consegue identificar onde está presente a **corrente elétrica**?

Comente: _____

04 – Você conhece algum material que **bloqueia** a passagem da corrente elétrica? Por que esses materiais bloqueiam a corrente elétrica?

Comente: _____

05 – Você conhece algum material apropriado para a passagem da corrente elétrica? Por que é **fácil** a passagem de corrente nesses materiais?

Comente: _____

06 – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

Comente: _____

07 – Qual a relação entre o consumo de energia elétrica em sua casa e o valor da fatura?

Comente: _____

08 – Para você, o que seria corrente elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

Comente: _____

09 – Para você, o que é resistência elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

Comente: _____

10 – Para você, o que é potência elétrica?

Sim, sei dizer o que é.

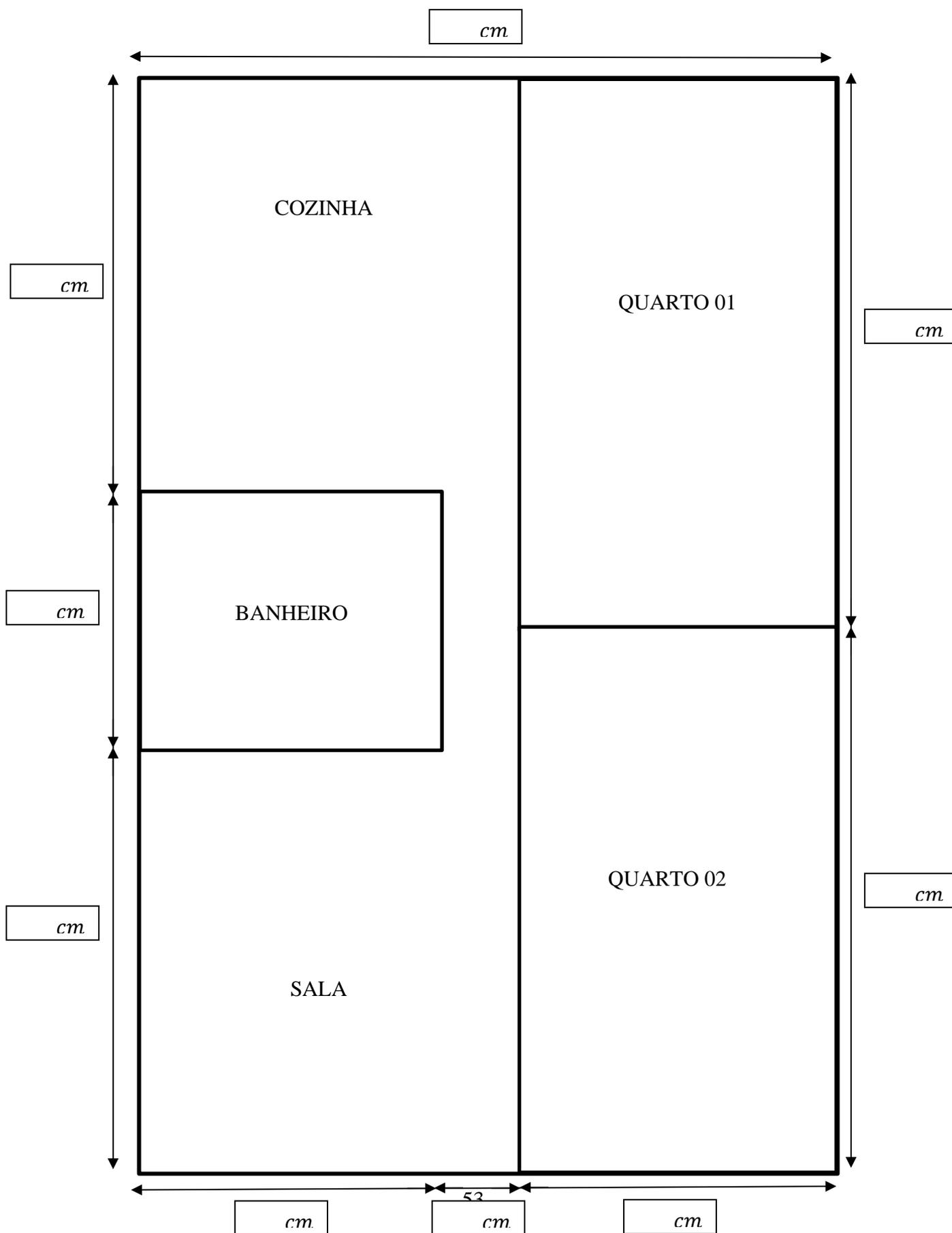
Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

Não sei dizer.

Comente: _____

APÊNDICE B

MODELO DE BANCADA DO PRODUTO EDUCACIONAL



APÊNDICE C

TABELA DE NOTAS DE MEDIÇÕES

ORDEM	ALUNO	()
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
TOTAL = \sum MEDIDAS		
MÉDIA = $\frac{\sum \text{MEDIDAS}}{N^{\circ} \text{ALUNOS}}$		

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO FINAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE DO SUL E SULDESTE DO PARÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
QUESTIONÁRIO FINAL

Questionário de percepção sobre a compreensão acerca do assunto eletricidade.

01 - Você saberia explicar o **risco** de a corrente elétrica atravessar o corpo de uma pessoa (tomar um choque)?

Comente: _____

02 – Você conhece o termo **ELETRIZADO**? Você já viu algo eletrizado? Já conseguiu eletrizar algum material?

() Sim, sei dizer o que é.

() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

Comente: _____

03 – O que é condutor elétrico?

() Sim, sei dizer o que é.

() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

Comente: _____

04 – O que é um isolante elétrico?

() Sim, sei dizer o que é.

() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

Comente: _____

05 – Para você, o que seria corrente elétrica?

() Sim, sei dizer o que é.

() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

Comente: _____

06 – Para você, o que é resistência elétrica?

() Sim, sei dizer o que é.

() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

Comente: _____

07 – Para você, o que é tensão?

() Sim, sei dizer o que é.

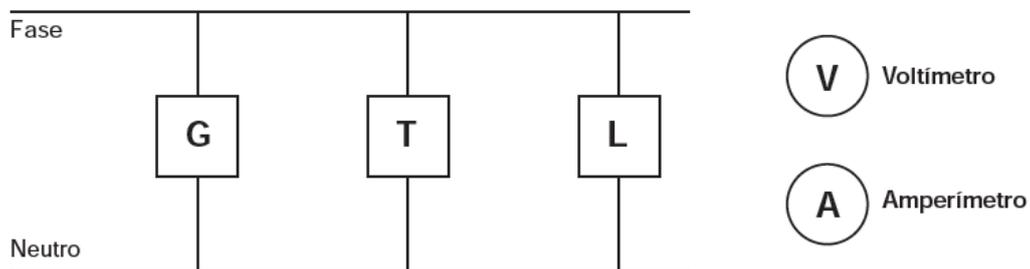
() Tenho uma ideia, mas não sei explicar.

() Não sei dizer.

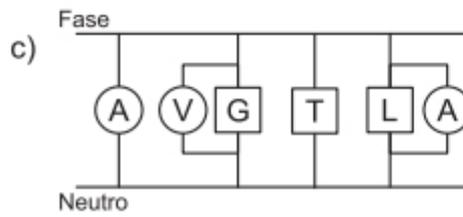
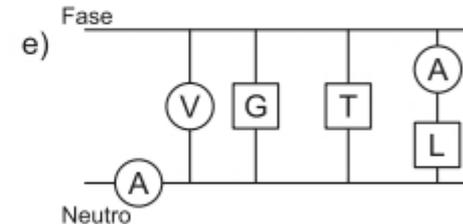
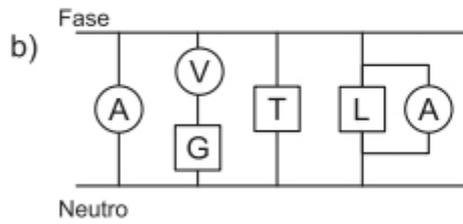
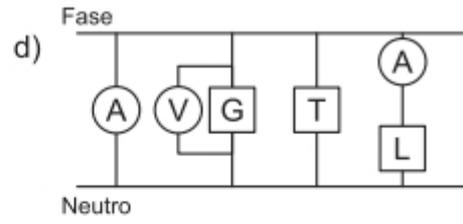
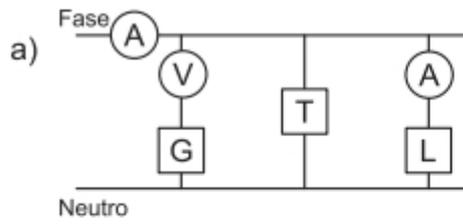
Comente: _____

08 – (ENEM) Um eletricitista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricitista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada.

Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



REFERÊNCIAS

ABNT NBR5410, A. B. D. N. T. **Norma Brasileira - Instalação elétricas de baixa tensão - NBR 5410**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. 209 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>. Acesso em: 01 maio 2021.

AQUINO, A. A.; LAVOR, O. P. ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE UMA APLICAÇÃO MOBILE. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, MT, v. 8, p. 125-146, maio-agosto 2020.

CANEZ, A. **Cuidados com Eletricidade**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/cuidadoscomeletricidade/introduo>. Acesso em: 03 março 2022.

ELÉTRICA, MUNDO DA. Mundo da Elétrica. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/>. Acesso em: 05 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, B. Novo Ensino Médio - perguntas e respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio-duvidas>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ML - LOCAÇÕES. Disponível em: <https://megashock6.webnode.page/cursos/eletricista-predial-e-residencial-de-baixa-tens%C3%A3o/a2-circuito-eletrico/>. Acesso em: 04 mar. 2022.

SIGNIFICADOS , 2021. Disponível em: <https://www.significados.com.br/empirico/>. Acesso em: 08 abr. 2022.