



## **PRODUTO EDUCACIONAL**

### **CIRCUITOS ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA DE ENSINO CONCEBIDA COM BASE NA TEORIA DA FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS DE GALPERÍN**

José Aécio Vieira Damaceno

Prof. Dr. Carlos Antônio López Ruiz (Orientador)  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Erlania Lima de Oliveira  
Coorientadora: MNPEF/UFERSA

Mossoró  
Janeiro de 2020

JOSÉ AÉCIO VIEIRA DAMACENO

**CIRCUITOS ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA DE ENSINO CONCEBIDA COM  
BASE NA TEORIA DA FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS  
CONCEITOS DE GALPERÍN**

Produto Educacional (PE) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no Curso de Mestrado, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Antônio López Ruiz

MOSSORÓ-RN

2020

## SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	3
2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	4
2.1 Encontro 1.....	4
2.1 Encontro 2.....	7
2.2 Encontro 3.....	25
2.3 Encontro 4.....	39
2.4 Encontro 5.....	42
Apêndice A1: Atividade da avaliação diagnóstica.....	44
Apêndice A2: Avaliação final.....	48
Apêndice A3: Especificações do kit de circuitos elétricos de Corrente Contínua – DC.....	51
Apêndice A4 - Descrição do painel de instalações elétricas residenciais.....	57

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional, consistente em uma sequência didática, representa uma proposta de planejamento das atividades de ensino baseada em uma teoria pouco usada em nossa prática profissional, a teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos de Galperin (NUNEZ, 1998).

Segundo Galperin, para a internalização de uma atividade externa é necessário realizar 5 (cinco) etapas: a motivacional, a da elaboração da base orientadora da ação (BOA), a da formação das ações externas materiais ou materializadas, a da formação da ação no plano da linguagem externa (etapa verbal) e a mental.

A motivação principal pela escolha do tema circuitos elétricos foi baseada no fato de que as instalações elétricas residenciais fazem parte do universo vivencial mais imediato dos alunos, o que pode propiciar uma aprendizagem significativa de conceitos do eletromagnetismo.

Esse trabalho foi realizado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), da cidade de Mossoró, situada no Rio Grande do Norte e implementado no Colégio Estadual Liceu de Caucaia, em Caucaia, no Ceará, com duas turmas do terceiro ano noturno, realizado em cinco encontros, conforme descritos abaixo:

- Encontro 1 – Etapa Motivacional.
- Encontro 2 - Base Orientadora da Ação (BOA).
- Encontro 3 - Formação das ações externas materiais ou materializadas.
- Encontro 4 - Formação da ação no plano da linguagem externa (etapa verbal).
- Encontro 5 - Etapa mental

Para a implementação do Produto Educacional sugere-se a elaboração de dois kits, conforme descrição abaixo:

- Kit para trabalhar os circuitos elétricos de corrente contínua DC conforme descrição no Apêndice 4, usando lâmpadas incandescentes base E10 de 3,8V/0,3A e 6V/3W e resistores cerâmicos de 1K $\Omega$ . O professor poderá trabalhar com outro tipo de kit, como, por exemplo: Protoboard fazendo uso de LED no lugar das lâmpadas incandescentes aqui utilizadas. Esses componentes são fixados no kit e deverão ser

utilizados como ilustração para as medidas das grandezas físicas acima citadas.

- Kit para trabalhar com instalações elétricas residências conforme descrição no Apêndice 5. Para a construção desse kit o professor poderá utilizar eletroduto flexível (tipo garganta) por ter um baixo custo e no lugar da placa de MDF, utilizar madeira comum, ou até mesmo a parede do laboratório como base de apoio.

## **2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

### **2.1 ENCONTRO 1: ETAPA MOTIVACIONAL**

#### **Plano de Aula 1**

**Tempo previsto:** 90 minutos

#### **Conteúdo:**

- Avaliação diagnóstica;
- Especificações técnicas dos equipamentos eletroeletrônicos comuns em nossas residências e exibição de vídeos sobre acidentes e segurança nas instalações elétricas.

#### **Objetivos de aprendizagem:**

- Identificar os conhecimentos pré-existentes dos alunos sobre as grandezas físicas inseridas nos circuitos elétricos e as relações dessas com as instalações elétricas de nossas residências;
- Motivar o aluno para o conhecimento da física envolvida nas instalações elétricas.

#### **Atividade a ser desenvolvida**

O encontro deverá começar com um levantamento do conhecimento prévio dos alunos, para isso, sugere-se uma avaliação diagnóstica (Apêndice A), com 10 questões objetivas com conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial elétrico, potência elétrica, energia elétrica, cabos conectores, fios de

cobre para realização de instalação elétrica. O professor poderá optar por questões subjetivas sem muita complexidade devido ao tempo de 30 minutos destinado à aplicação.

A etapa motivacional pode ser iniciada apresentando uma sequência de situações que o aluno poderá vivenciar no dia a dia em sua casa, escola ou espaço de trabalho, buscando mostrar as especificações técnicas dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais, bem como as grandezas físicas que eles estudam em eletricidade no 3º Ano. Exibição de vídeos com informações importantes de segurança em situações de risco de choque elétrico, acidentes com eletricidades e surtos na rede elétrica. As especificações técnicas aqui apresentadas assim como os vídeos poderão ser substituídos pelo professor por outros com as mesmas características técnicas de informações. Tempo: 60 minutos.

Essa primeira atividade a ser desenvolvida trata das especificações técnicas de aparelhos elétricos utilizados no cotidiano em nossas residências. São as cargas que os circuitos das instalações de nossas residências alimentam. Para o professor que decidir aplicar esse produto, os aparelhos aqui indicados deverão ser mostrados com suas respectivas figuras e fontes, no momento da implementação.

### **Especificações técnicas a serem apresentadas:**

Potência elétrica em watts (w)

Potência mecânica em c.v. (cavalo vapor)

Corrente nominal em Ampères (A)

Tensão de alimentação em volts(V)

Dispositivo de proteção elétrica (Disjuntor)

Cabos de alimentação do equipamento em mm<sup>2</sup>

### **Equipamentos a serem indicados**

Ar condicionado do tipo split

Geladeiras

Micro-ondas

Lavadora de roupas

Liquidificador

Sanduicheira

Cafeteira elétrica

Televisor

Ventilador

### **Vídeos a serem vistos**

- A eletricidade é a grande causadora de acidentes domésticos. Nesse vídeo serão mostrados os perigos que existem por traz do uso inadequado da eletricidade nas residências.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=bepTpuouU34>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

- Acidente com fio elétrico. Nesse vídeo observamos a falta de atenção como causadora de acidentes com eletricidade.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=EXv09kBs598&t=16s>>. Acesso em: 16 jan. 2019

- Como sair de um acidente de carro que se chocou em poste energizado. Temos nesse vídeo informações importantes de segurança na hora de sair de um carro energizado acidentalmente.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=cOP9QOQ2xxo>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

- Explosão Arco Elétrico. Esse vídeo mostra a falta de atenção como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) na hora do trabalho com eletricidade como causa de muitos acidentes.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=Cw6eaellpjQ&t=1s>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

- Napo - Acidentes com a corrente elétrica. Nesse vídeo temos na forma de animação computadorizada os cuidados que devemos ter ao lidar com eletricidade em nossas residências para choque elétrico.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=MmBAWHndRW8&t=23s>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

- O surto elétrico. Nesse vídeo da CLAMPER, temos na forma animada por computador, as demonstrações de como ocorrem os surtos na rede elétrica. Seja externa ou interna às nossas residências. Assim como, a forma de evitá-los com o uso adequado de equipamento de proteção.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=J042Ni0vogA>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

## **2.2 - Encontro 2 – Etapa da elaboração da Base Orientadora da Ação (BOA)**

### **Plano de Aula 2**

**Tempo previsto:** 90 minutos

#### **Conteúdo:**

- Conceito de Corrente elétrica; Condições para o estabelecimento da corrente elétrica; Portadores de carga; Intensidade de corrente elétrica; Sentido da corrente; As leis de Ohm; Associação de resistores em série; Associação de resistores em paralelo; Potência elétrica em circuitos; Esquemas de ligação de interruptores e tomadas; e Instrumentos de medidas elétricas.

#### **Objetivos de aprendizagem:**

- Entender os conceitos teóricos e práticos da corrente elétrica;
- Reconhecer corrente elétrica como movimento ordenado de cargas elétricas;
- Conhecer a unidade de medida de intensidade de corrente elétrica no SI;
- Compreender elementos e disposição necessária para a configuração de circuitos elétricos;
- Associar a noção de circuitos elétricos aos aparelhos elétricos residenciais;
- Compreender resistores e associação de resistores.
- Compreender os conceitos de potência elétrica nos elementos de circuitos e sua relação com a Corrente, tensão e resistência elétrica.

#### **Implementação do encontro**

Na implementação desse encontro o professor deverá explicar os conceitos e leis contemplados nos conteúdos acima indicados, levando em consideração os

conhecimentos prévios dos alunos e analisando até que pontos as concepções alternativas apresentadas pelos alunos podem ser melhoradas para que se chegue a uma aprendizagem significativa.

Essa etapa tem por objetivo fornecer conhecimentos que propiciem o desenvolvimento de habilidades que capacitem os alunos para utilizar adequadamente os circuitos elétricos presentes nas suas residências. Nela, sob a mediação do professor, o aluno deve participar da discussão dos conceitos e leis básicas do funcionamento desses circuitos presentes nos esquemas de ligação de interruptores e tomadas, bem como na forma correta de desenho de uma instalação elétrica.

Para que as atividades materializadas da etapa posterior possam ser bem assimiladas e executadas, indica-se a apresentação de um kit experimental simplificado de corrente contínua (Apêndice 4), a fim de que o aluno observe o comportamento das lâmpadas e resistores inseridos em circuitos elétricos, verificando como as grandezas físicas, intensidade da corrente elétrica, resistência, potência nos resistores e lâmpadas, e energia utilizada por equipamentos, aparecem nos circuitos. Aqui o professor precisa deixar claro para o aluno as condições necessárias para a existência da corrente elétrica nos circuitos, assim como sua importância nos circuitos das instalações elétricas residenciais.

### **Recursos didáticos a serem utilizados**

Data show;

Kit de circuitos elétricos de corrente contínua (apêndice 4);

Multiteste digital;

Fonte de tensão DC variável (0-30V);

Soquetes base E10;

Lâmpadas incandescentes base E10;

3 mini lâmpadas base E10 com soquetes, 6V-3W;

2 mini lâmpadas base E10 com soquetes, 3,8V-0,3A;

4 resistores cerâmicos de 1K $\Omega$  cada.

#### **2.2.1 Conceito de Corrente elétrica**

O professor deve trabalhar o conceito de corrente como resultado do movimento de portadores de carga através de uma superfície imaginária.

Se, como resultado do movimento de portadores de carga através de uma superfície imaginária, através desta passa uma carga elétrica sumária diferente de zero, diz-se que através dessa superfície passa uma corrente elétrica.

#### **2.2.1.1 Condições para o estabelecimento da corrente elétrica**

O professor deve informar as condições necessárias para estabelecer a corrente elétrica num condutor. Para isso é preciso que existam portadores de carga elétrica e um campo elétrico no interior do condutor, que possibilitem a permanência de uma diferença de potencial entre as extremidades desse condutor.

#### **2.2.1.2 Portadores de carga**

Nesse tópico, deve ser explicado que os portadores de carga elétrica são partículas carregadas eletricamente, e que nos condutores metálicos como o alumínio e o cobre, os elétrons são os portadores de carga elétrica. Na rede cristalina tais elétrons não interagem apenas com um único átomo, podendo, ao serem compartilhados por todos os átomos dessa rede, se mover, através desta sob a ação de um campo elétrico.

Nos semicondutores como o germânio e o silício, os portadores de carga elétrica são os elétrons e os buracos que também se deslocam sob a influência do campo elétrico.

Nos fluidos condutores, eletrólitos, os portadores de carga elétrica são os íons, positivos e negativos.

Nos gases os portadores de carga são os elétrons e íons.

#### **2.2.1.3 Caracterização da corrente elétrica**

Nesse ponto, o professor deverá descrever o que é definido como intensidade de corrente elétrica, o sentido real de circulação e o sentido adotado como convencional no circuito.

### 2.2.1.3.1 Intensidade de corrente elétrica

Destacar para o aluno que a quantidade de carga elétrica " $dQ = n \cdot e$ ", que atravessa a secção transversal de um condutor por unidade de tempo " $dt$ " é definido como a intensidade de corrente elétrica. Portanto:

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (1)$$

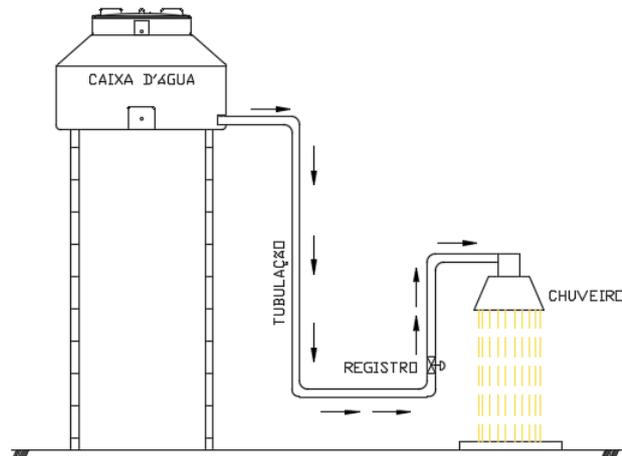
### 2.2.1.4 - Sentido da corrente

Nesse tópico, o professor deve explicar ao aluno como se dá o processo do fluxo de corrente elétrica, e o motivo do sentido convencional da corrente no circuito elétrico.

Para que o aluno possa compreender melhor o sentido da corrente elétrica, faz-se uma comparação entre a corrente elétrica num circuito e o sistema hidráulico das nossas residências, observando o sistema hidráulico representado na Figura 1 e a analogia com o circuito elétrico representado na Figura 2.

A caixa d'água está a uma determinada altura acima do chuveiro, a um potencial gravitacional maior que o local onde está o chuveiro, devido a essa diferença de potencial gravitacional surge um fluxo de água na tubulação saindo da caixa d'água e chegando ao chuveiro. Dessa forma, pode-se comparar a caixa d'água com a fonte de energia do circuito elétrico, por criar uma diferença de potencial elétrico nos seus terminais fazendo surgir uma corrente elétrica no circuito. A tubulação do sistema hidráulico faz o papel dos condutores elétricos por onde passa a corrente. O registro faz o papel do interruptor "S", que, para permitir o fluxo d'água precisa estar aberto e o interruptor para permitir que a corrente circule, precisa estar fechado. O chuveiro faz o papel do equipamento utilizado no circuito elétrico que vai transformar a energia elétrica em outra forma de energia a ser utilizada pelo homem, como, por exemplo um ferro de passar roupas.

Figura 1 – Sistema hidráulico residencial



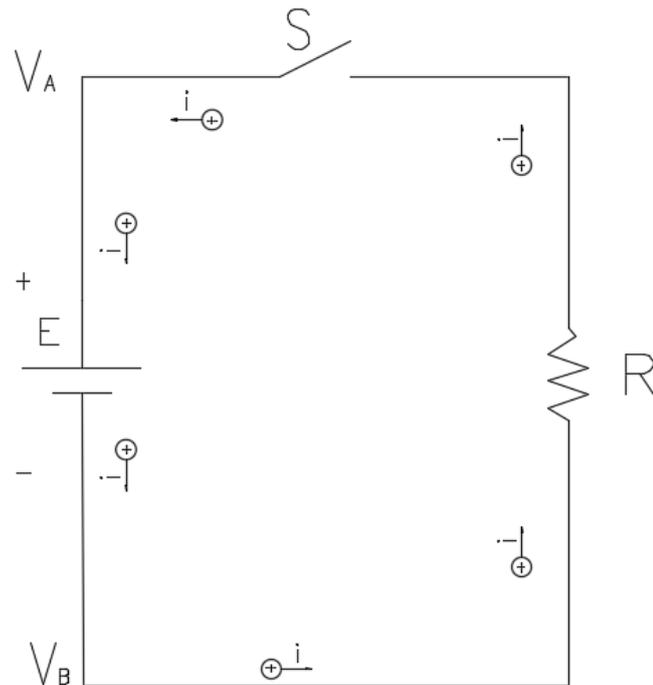
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Da mesma forma que o fluxo d'água sai do potencial gravitacional maior para o menor, os portadores de cargas elétricas nos condutores movem-se dos pontos de maior para os de menor potencial elétrico.

A corrente elétrica que circula nos condutores metálicos é formada por elétrons, ou seja, por cargas negativas que se deslocam no interior do gerador, do menor potencial para o maior potencial.

Para evitar a constância de valores negativos na corrente, adota-se um sentido convencional para ela, como se a corrente elétrica num condutor metálico fosse formada por cargas positivas, indo do potencial maior no interior do gerador para o menor, conforme Figura 2.

Figura 2 – Circuito elétrico simples



$$V_A > V_B$$

Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

### 2.2.2 As leis de Ohm

O professor deve explicar como foram elaboradas as leis de Ohm, para que o aluno possa entender que as experiências são determinantes para as observações e definições dessas leis da Física.

Após realizar várias medidas de corrente e diferença de potencial nas extremidades de condutores de secção transversal uniforme, o físico e matemático alemão Simon Ohm determinou, em 1827, a relação linear entre a intensidade da corrente e a diferença de potencial, sendo a constante de proporcionalidade dependente do material do condutor, da área da sua secção transversal e de seu comprimento.

Portanto, para uma diferença de potencial,  $U$ , entre as extremidades de um condutor cilíndrico e de secção transversal uniforme  $S$  e comprimento  $l$ , Figura 3, pelo

qual passa uma corrente elétrica de intensidade  $I$ , essa relação de proporcionalidade entre essas grandezas pode ser expressa como sendo,

$$U = R \cdot I \quad (2)$$

Onde  $R$  é a resistência elétrica do condutor, cuja unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o ohm ( $\Omega$ ).

A equação (2) é conhecida como a primeira lei de Ohm.

A resistência do condutor em função de seu comprimento e da área da sua seção transversal calcula-se segundo a equação (3),

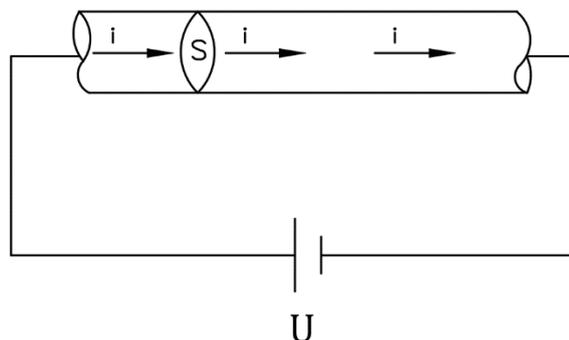
$$R = \frac{l}{\sigma \cdot S} \quad (3)$$

Onde  $\sigma$  é a condutividade elétrica do material é o inverso da resistividade do material  $\rho$ . Logo, a equação (3) pode ser escrita, utilizando a resistividade no lugar da condutividade, como,

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad (3.1)$$

A equação (3.1) é conhecida como a segunda lei de Ohm.

Figura 3 – Condutor ligado a uma fonte de tensão  $U$

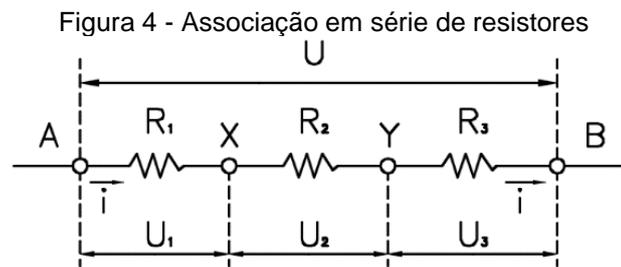


Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

### 2.2.2.1 Associação de resistores em série

Em se tratando da associação de resistores em série, deve-se explicar as formas como estes podem ser associados, para que o aluno compreenda que nas instalações elétricas residências, esses conceitos precisam estar muito bem definidos em suas mentes.

Portanto, deve-se esclarecer que quando os três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  são ligados, como representados na Figura 4, eles são submetidos à mesma corrente. Nesse caso, a diferença de potencial aplicada entre A e B, se divide entre os três resistores. Nesse caso, diz-se que esses resistores estão associados em série.



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Aplicando a primeira lei de Ohm, em cada resistor, tem-se,

$$U_1 = R_1 \cdot i \quad (4)$$

$$U_2 = R_2 \cdot i \quad (5)$$

$$U_3 = R_3 \cdot i \quad (6)$$

Como a diferença de potencial entre A e B se divide para os três resistores, tem-se que:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot I \quad (7)$$

$$U = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot i \quad (7.1)$$

$$\frac{U}{I} = (R_1 + R_2 + R_3) \quad (7.2)$$

$$\frac{U}{I} = R_{eq}. \quad (7.3)$$

A equação (7.3) representa a resistência equivalente.

A expressão (7.3) obtida para a resistência equivalente pode ser generalizado para ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ), onde  $n$  representa o número de resistores associados em série. Dessa forma, tem-se,

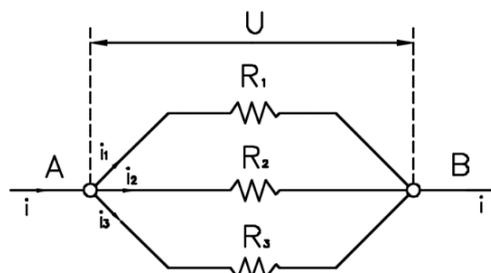
$$R_{eq} = \sum_{n=1}^n R_n \quad (8)$$

### 2.2.2.2 Associação de resistores em paralelo

O professor deverá explicar as associações de resistores utilizando resistor e lâmpadas incandescentes, deixando claro para o aluno que a lâmpada incandescente faz o papel de um resistor, no sentido da dissipação de calor ao ser percorrida por uma corrente elétrica.

Portanto, para resistores ligados em paralelos, como representado na Figura 5, a corrente em cada resistor, necessariamente, não precisa ser a mesma, mas, a diferença de potencial entre os terminais de cada resistor deverá ser a mesma.

Figura 5 – Associação em paralelo de resistores



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Como se observa na associação,  $i_1$  é a corrente que passa pelo resistor  $R_1$ ,  $i_2$  é a corrente que passa pelo resistor  $R_2$  e  $i_3$  é a corrente que passa pelo resistor  $R_3$ . Para determinar a resistência equivalente, sabendo que ela é a razão  $\frac{U}{I}$ , faz-se para cada resistor:

$$i_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} \quad (9)$$

$$i_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} \quad (10)$$

$$i_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} \quad (11)$$

Sabendo que a corrente que passa do ponto A ao ponto B é  $I$ , pode-se escrever:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = \left( \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2} + \frac{U_{AB}}{R_3} \right) = U_{AB} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (12)$$

Simplificando a equação 11, tem-se:

$$\frac{i}{U_{AB}} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (12.1)$$

Combinando as equações (7.3) e (12.1) obtém-se que,

$$\frac{1}{R_{eq}} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (12.2)$$

No caso de apenas dois resistores em paralelo tem-se,

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)} \quad (12.3)$$

Como se pode inferir de (12.3), se  $R_1 < R_2$ , então,  $R_{eq} < R_1$ . Ou seja, a resistência equivalente da associação de dois resistores em paralelo resulta ser menor que a do resistor de menor resistência.

### 2.2.3 Potência elétrica em circuitos

O conceito de potência é muito importante e o aluno precisa saber como determinar com as cargas instaladas, por que essa grandeza representa um ponto importante na hora de verificar o consumo de energia da residência.

Dessa forma, pode-se explicar que, para que se tenha uma corrente constante em um elemento resistivo de um circuito, é necessário fornecer uma energia,  $dW$ , para transportar uma carga  $dq$  entre dois pontos desse elemento, que se encontram em

uma diferença de potencial,  $U$ . Essa energia por unidade de tempo é a potência,  $P$ , da fonte de energia,

$$\frac{d_w}{dt} = P = iU \quad (13)$$

Essa potência é dissipada na forma de calor em componentes resistivos do circuito tais como, um ferro de passar roupas, chapinha de alisar cabelos, entre outros.

Aplicando a lei de Ohm à expressão (13) para uma resistência elétrica,  $R$ , do resistor tem-se que,

$$P = i^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \quad (14)$$

Usa-se a expressão (13) quando se determina a potência útil entregue pela fonte à carga, e a expressão (14) quando se quer saber a potência dissipada no componente resistivo do circuito.

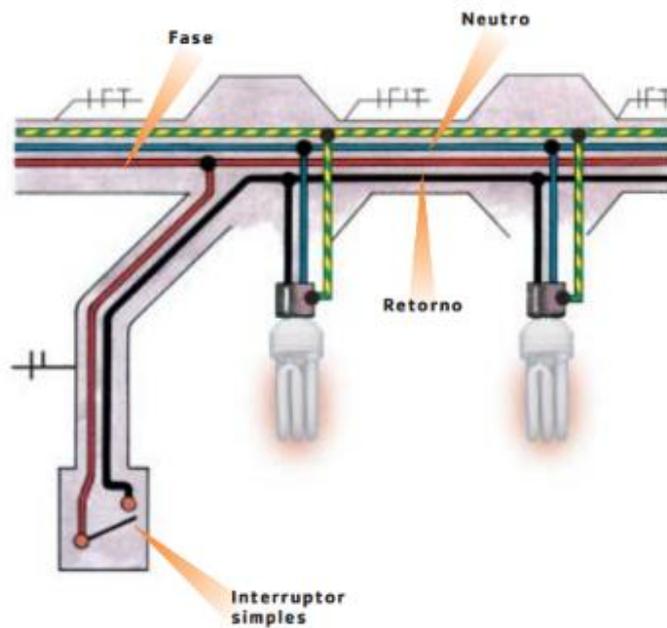
## **2.2.4 - Esquemas de ligação de interruptores e tomadas**

### **2.2.4.1 Interruptor simples**

Os esquemas de ligação de interruptor e tomadas devem ser ensinados para que o aluno possa usar no desenho e instalação da etapa seguinte e compreender o funcionamento do circuito.

Portanto, o interruptor simples indicado na Figura 6, é utilizado para acionar lâmpadas em um único ponto. Por isso, esse tipo de instalação é indicado, principalmente, para ambientes pequenos que possuam apenas uma porta de acesso.

Figura 6 – Interruptor simples

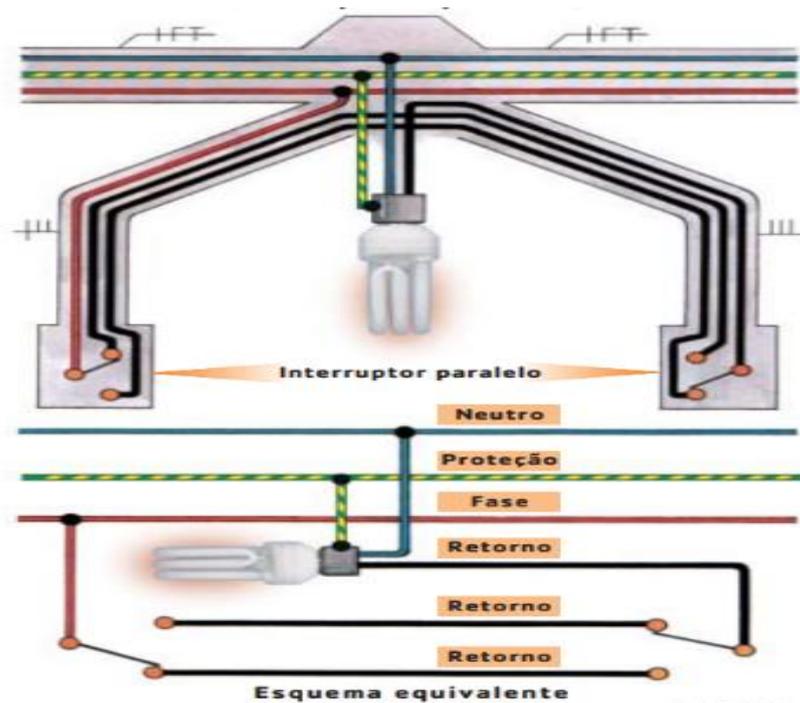


Fonte: [br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual\\_Instalacoes\\_Eletricas\\_Residenciais.pdf](http://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual_Instalacoes_Eletricas_Residenciais.pdf) – Acesso em: 16 jun. 2019.

#### 2.2.4.2 Interruptor paralelo (three-way)

Esse tipo de interruptor serve para instalação mais complexa, e indicados para ambientes grandes e que precisam de luzes acesas em dois pontos distintos. O professor deverá explicar a funcionalidade dele e em que situação é mais viável utilizar. Citar que em escadas numa residência, esse é o interruptor utilizado sempre, conforme Figura 7.

Figura 7 – Interruptor paralelo



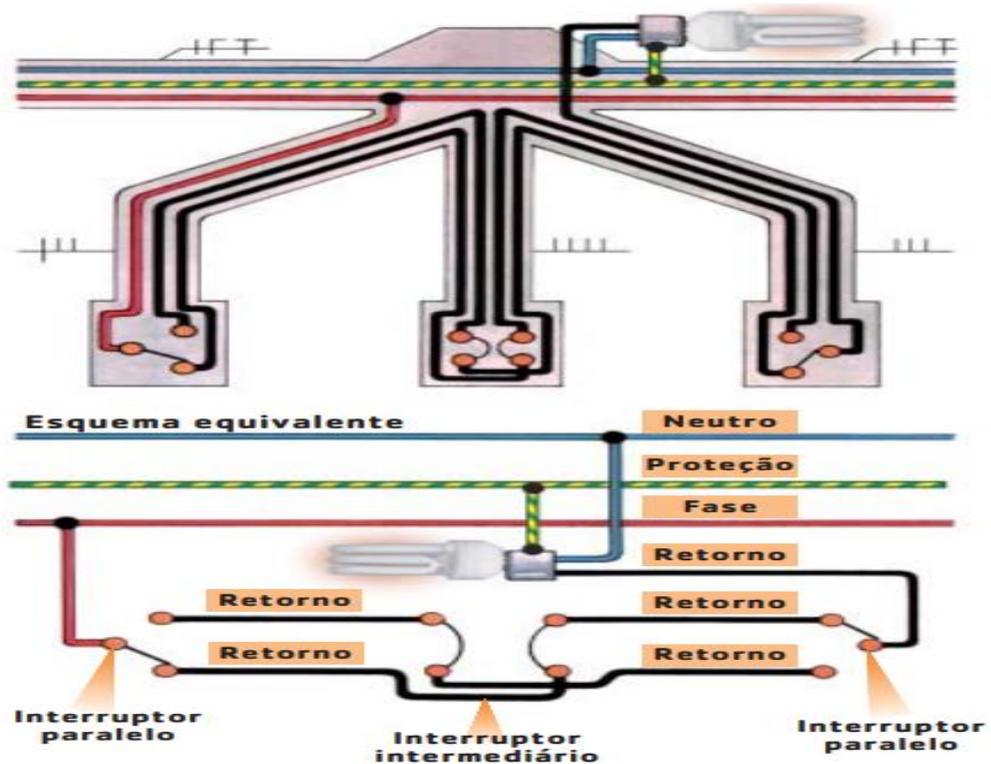
Fonte: [br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual\\_Instalacoes\\_Eletricas\\_Residenciais.pdf](http://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual_Instalacoes_Eletricas_Residenciais.pdf) – Acesso em 16 de julho de 2019.

#### 2.2.4.3 Interruptor intermediário (four-way)

O interruptor intermediário indicado na Figura 8, é utilizado em circuitos com três ou mais pontos diferentes. Também conhecido como four-way, deve ser sempre utilizado em conjunto com interruptores paralelos. Sua utilização é ideal para locais com grandes espaços, como depósitos, ginásios, grandes lojas, entre outros.

O professor poderá solicitar que os alunos apresentem nos discursos, exemplos vivenciados no cotidiano.

Figura 8 – Interruptor paralelo



Fonte: [br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual\\_Instalacoes\\_Eletricas\\_Residenciais.pdf](http://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual_Instalacoes_Eletricas_Residenciais.pdf). Acesso em: 16 jul. 2019.

## 2.2.5 – Instrumentos de medidas elétricas

Nessa fase teórica, o professor demonstra ao aluno a forma que os aparelhos de medições devem ser inseridos nos circuitos para que possam efetuar as devidas medidas das grandezas físicas.

Usa-se o kit de circuitos elétricos DC como ilustração para que os alunos possam compreender a forma correta de efetuar medidas de tensão e corrente elétrica, que auxiliarão nas atividades a serem desenvolvidas em instalações elétricas.

### 2.2.5.1 - Medidas de tensão e corrente elétrica

Aqui, o professor fará as demonstrações de como realizar as medições. Essa unidade foi desenvolvida como o objetivo de demonstrar, teoricamente, ao aluno a influência da corrente elétrica nos equipamentos como lâmpadas e resistores. O

professor poderá optar por fazer essa demonstração usando um Multímetro Digital simples que, geralmente, consta em laboratório da rede de ensino. Caso tenha que comprar, custa muito pouco.

Para essas demonstrações usam-se os circuitos C1, C2, C3 e C4 do kit para circuitos elétricos DC.

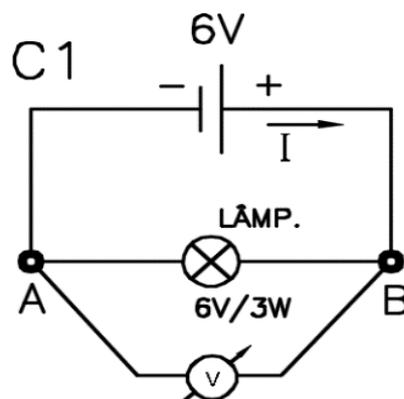
#### **Materiais utilizados:**

- 1 fonte de tensão DC variável (0-30V). Nesse caso o professor poderá substituir a fonte por outra de (0-15V);
- 1 multímetro digital;
- 4 lâmpadas incandescente de 6V e 3W base E10;
- Kit de circuitos elétricos DC;
- 4 Resistores: 1K $\Omega$ /3W;
- 20cm de cabos de ligação para eletrônica.

#### **2.2.5.1.1 – Voltímetro**

- Medida da tensão ou diferença de potencial (d.d.p.)
- Para o circuito C1 do kit, representado na Figura 9.
  - Ajuste a fonte para 6 Vcc, que representa a tensão nominal da lâmpada;
  - Monte o circuito C1 do kit, representado na Figura 9 , sabendo que a lâmpada já se encontra conectada na placa;
  - Coloque o multímetro na função voltímetro, escala 20Vcc, ligue a fonte e meça a tensão entre os pontos A e B ( $U_{AB}$ ) como indicado na figura e anote na Tabela 1.

Figura 9 – Circuito com uma lâmpada incandescente de 6V/3W base E10.

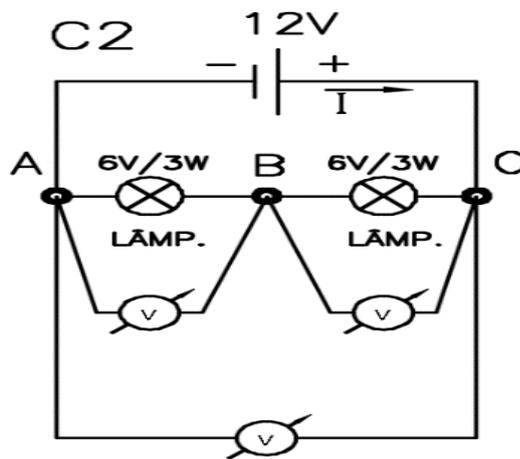


Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa. Adaptado de: Experimentoteca -CDCC – USP.

- Para o circuito C2 do kit, representado na Figura 10.

- Ajuste a fonte para 12 Vcc.
- Monte o circuito C2 do kit, representado na Figura 10 sabendo que as lâmpadas já se encontram conectada na placa;
- Coloque o multímetro na função voltímetro, escala 20Vcc, ligue a fonte e meça a tensão entre os pontos A e B ( $U_{AB}$ ), B e C ( $U_{BC}$ ) e A e C ( $U_{AC}$ ), e anote na Tabela 1.

Figura 10 – Circuito com duas lâmpadas incandescente em série, de 6V/3W base E10

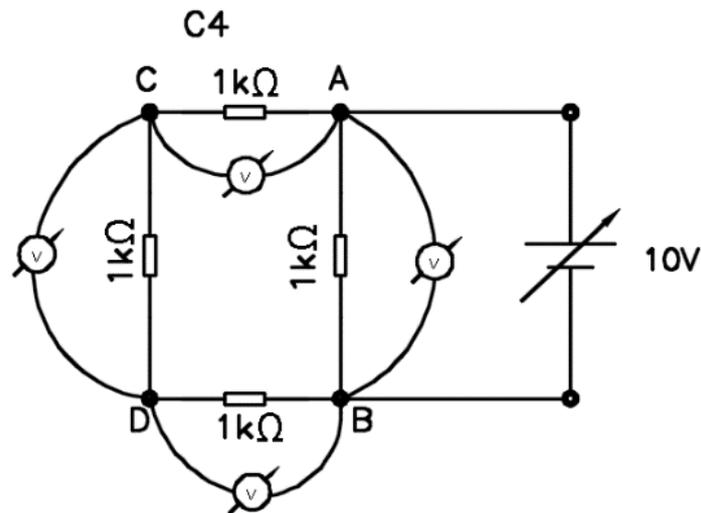


Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa. Adaptado de: Experimentoteca -CDCC – USP.

- Para o circuito C4 do kit, representado na Figura 11.

- Ajuste a fonte para 10 Vcc;
- Conecte a fonte nos pontos A e B, sabendo que os resistores de 1KΩ já se encontram conectados na placa;
- faça as medidas de tensão como indicadas em cada resistor;
- Anote na tabela 1 as tensões  $U_{AB}$ ,  $U_{BD}$ ,  $U_{CD}$ ,  $U_{AC}$ .

Figura 11 – Circuito misto resistivo



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

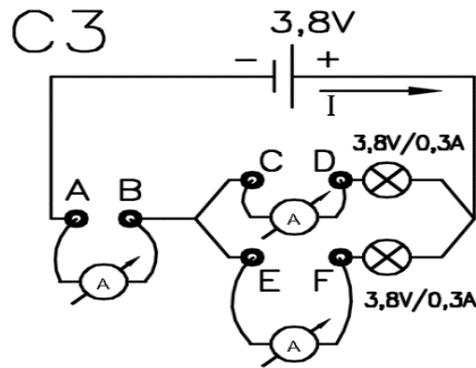
### 2.2.5.1.2 Amperímetro

- Medindo corrente elétrica DC

- Para o circuito C3 do kit, representado na Figura 12

- Ajuste a fonte para 3,8 Vcc.
- Monte o circuito C3 do kit, representado na Figura 12
- Coloque o multímetro na função amperímetro, escala 20A (DC), ligue a fonte e meça a corrente elétrica entre os pontos A e B ( $I_{AB}$ ), com os trechos (CD) e (EF) ligados e anote na Tabela 1.
- Feche o trecho (AB), mantendo (EF) fechado, conecte o amperímetro em (CD) conforme figura 26 e meça a corrente elétrica ( $I_{CD}$ ) e anote na Tabela 1.
- Com o trecho (AB) e (CD) fechados, conecte o amperímetro em (EF) conforme Figura 12, e meça a corrente elétrica ( $I_{EF}$ ) e anote na Tabela 1.

Figura 12 – Circuito com lâmpadas em paralelo



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa. Adaptado de: Experimentoteca - CDCC – USP.

Tabela 1 – Medidas de tensão e corrente elétrica

Fonte:	COMPONENTES DOS CIRCUITOS	U(V)
	1 Lâmpada	$U_{AB} =$
	2 Lâmpadas em série	$U_{AB} =$
		$U_{BC} =$
		$U_{AC} =$
	4 Resistores em associação mista	$U_{AB} =$
		$U_{BD} =$
		$U_{CD} =$
		$U_{AC} =$
	2 Lâmpadas em paralelo	<b>i(mA)</b>
		$I_{AB} =$
		$I_{CD} =$
		$I_{EF} =$

Elaborada pelo autor da pesquisa

Para finalizar o encontro recomenda-se discutir com os alunos as seguintes questões:

- 1). Nas tensões medidas:  $U_{AB}$  da Figura 9, (uma lâmpada) e  $U_{AC}$  da Figura 10, (duas lâmpadas em série) são iguais ou diferentes?
- 2). Quanto vale a soma das tensões ( $U_{AB} + U_{BC}$ ) da Figura 10?
- 3). Em qual situação as lâmpadas brilham mais, no circuito da Figura 10 ou da figura
- 4). Existe diferença? Quanto vale a soma das tensões ( $U_{BD} + U_{CD} + U_{AC}$ ) da figura

5). Os resistores dos trechos BD, CD, e AC na Figura 12, estão ligados em série ou paralelos?

6). Existe diferença de tensão entre a soma ( $U_{BD} + U_{CD} + U_{AC}$ ) e a tensão  $U_{AB}$  na Figura 12?

### **2.3 ENCONTRO 3 – FORMAÇÃO DAS AÇÕES EXTERNAS MATERIAIS OU MATERIALIZADAS**

#### **Plano de Aula 3**

**Tempo previsto:** 90 minutos

#### **Conteúdo:**

- Instalações elétricas residenciais.
- Medições de tensão, intensidade da corrente e potência elétrica.

#### **Objetivos de aprendizagem:**

- Contextualizar o conceito de potência elétrica nos elementos de um circuito elétrico na sua relação com a intensidade da corrente, tensão e resistência elétrica.

#### **Implementação do encontro**

Esta é a etapa da teoria de Galperin que trata da formação das ações externas materiais. Nela, será apresentado um exemplo elaborado pelo professor de como realizar a instalação de circuitos elétricos residências. Na implementação desse encontro, o aluno é que irá desenvolver a atividade material baseado na demonstração feita pelo professor e nas explicações do detalhamento da BOA, observadas no encontro 2.

Nesse momento, os conhecimentos prévios do aluno contribuem muito no sentido de responder aos questionamentos trabalhados nesta atividade material. É o momento de discussão enquanto se realiza a ação. Como o aluno está desenvolvendo um circuito de uma instalação elétrica residencial simplificada, os conhecimentos aqui trabalhados deverão ser objetos de generalização.

### **2.3.1 ROTEIRO COMPLEMENTAR**

Para evitar acidentes no laboratório pela falta de cuidados por parte dos alunos, seja por curiosidade ao manusear equipamentos sem conhecimento de seu funcionamento, ou mesmo por acidente involuntário por falta de atenção, foi criado este roteiro e apresentado aos alunos, antes de começarem as atividades materializadas.

Nesse momento, é importante que o professor leia este roteiro para todos e o afixe em local visível, para que tenham acesso durante o tempo que estiverem no laboratório.

#### **Regras gerais de segurança aplicadas a todos os laboratórios de ensino**

1. Antes de energizar o circuito, convém certificar-se de que os equipamentos de medição estão com o cursor posicionado na escala de medição adequada à grandeza que será medida (corrente, tensão, resistência, capacitância, indutância, frequência etc.). Em seguida, verifica-se se o cursor está posicionado na escala de medição adequada ao valor da grandeza que será medido. Atenção especial deve ser dada aos multímetros quando estão sendo utilizados, como: amperímetro, voltímetro ou ohmímetro.
2. Verificar a chave de seleção de voltagem de todos os equipamentos observando se eles serão conectados à rede elétrica com tensões adequadas de 220V.
3. Um representante de cada bancada ficará responsável pela organização e entrega de todos os equipamentos e componentes que forem utilizados na aula. Cabe ao professor verificar se todos os itens foram entregues. Ao final da prática, deixar a bancada organizada da mesma forma que estava no início da montagem, com aparelhos desligados e equipamentos guardados nas caixas e/ou embalagens.
4. Durante as aulas utilizar somente as ferramentas e equipamentos disponíveis nos laboratórios.

5. A cortesia, o respeito e a colaboração aos colegas de trabalho, contribuem para o bom andamento do serviço e prevenção de acidentes. As brincadeiras durante o trabalho são muito perigosas, pois podem provocar graves acidentes, além de desentendimentos e discussões entre os colegas. Portanto, como regra geral, deve-se evitar qualquer tipo de brincadeira em sala de aula.
6. A organização da bancada durante a execução das atividades é de grande importância na prevenção de acidentes.
7. Não será permitida a entrada do discente no recinto do laboratório trajando: sandálias, saias, bonés, camisetas cavadas ou decotadas, bermudas, shorts. No laboratório usar sempre algum tipo de calçado que cubra todo o pé, com solado de borracha.
8. Após a prática, desligar os circuitos e realizar a desmontagem de todos os componentes, separando-os e agrupando-os, adequadamente, sobre a bancada, conforme orientação do professor.
9. Proibida a entrada no laboratório com líquidos, independente do reservatório. É proibido fumar, ingerir alimentos ou bebidas no recinto do laboratório.
10. O aluno deve comunicar ao professor qualquer anormalidade identificada na montagem elétrica, em componentes eletrônicos ou nos aparelhos de medição.

### **2.3.2 Exemplo da atividade a ser realizada pelo professor**

Como foi dito na implementação desse encontro, o professor irá complementar os conteúdos da BOA com o exemplo de uma ação materializada que servirá de base para o aluno ou equipe desenvolver a sua atividade e apresentá-la no final do encontro.

O professor deverá executar uma instalação elétrica com dois circuitos simples: O circuito 1 com uma lâmpada e o circuito 2 com uma tomada, seguindo o exemplo da Figura 13, diretamente no painel de instalações elétrica (Apêndice A4 do produto

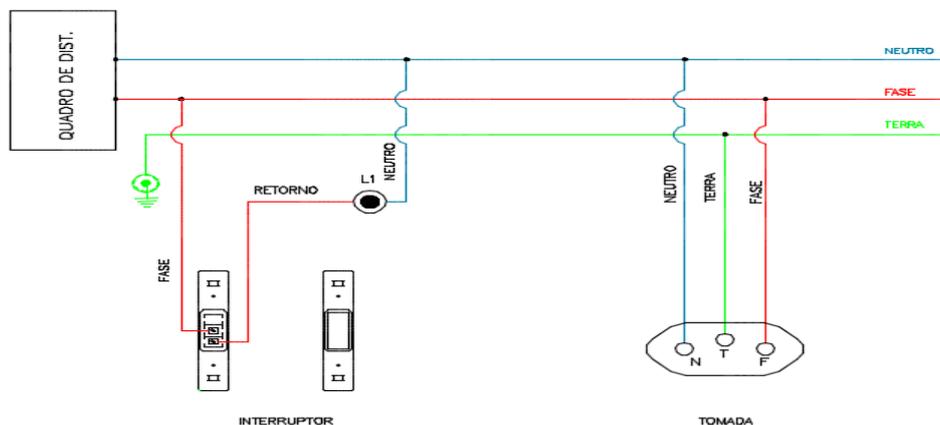
educacional). Após apresentar o seu exemplo, o professor irá apenas acompanhar o desenvolvimento da ação materializada realizada pelos alunos.

No esquema de ligação da lâmpada, o fio neutro na cor azul, padronizada pela NBR 5410/2002, deve ser ligado diretamente num ponto da lâmpada; o fio vermelho (que pode ser substituído por preto ou branco) deve ser ligado no interruptor e dele sair o fio retorno na mesma cor do fase para a lâmpada. Ao ser acionado o interruptor este fechará o circuito com a lâmpada e o neutro, acendendo-a, conforme Figura 14 a.

Para instalar a tomada, usa-se o fio neutro, na cor azul, o fio fase na cor vermelha e o fio de proteção na cor verde. Quando se aciona um aparelho ligado à tomada, fecha-se o circuito e a corrente passa a circular, como mostra a Figura 14b.

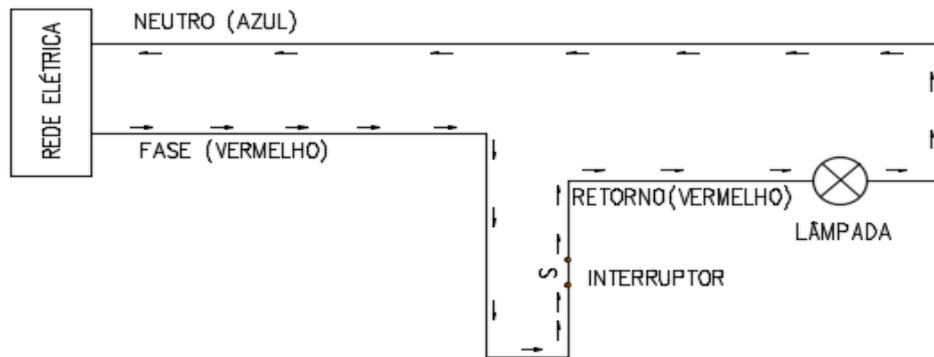
Após a instalação dos dois circuitos, um para a lâmpada e o outro para a tomada, o professor deverá colocar uma lâmpada no ponto especificado no circuito 1; um equipamento elétrico, liquidificador ou outro eletrodoméstico, na tomada do circuito 2, acionar o interruptor e ligar o aparelho. Na sequência, realizar as medidas de intensidade da corrente e potência desses equipamentos na presença dos alunos, para que eles compreendam como se realizam essas medidas elétricas e, posteriormente, possam executá-las com segurança na sua atividade.

Figura 13 – Esquema de ligação de interruptor e tomada



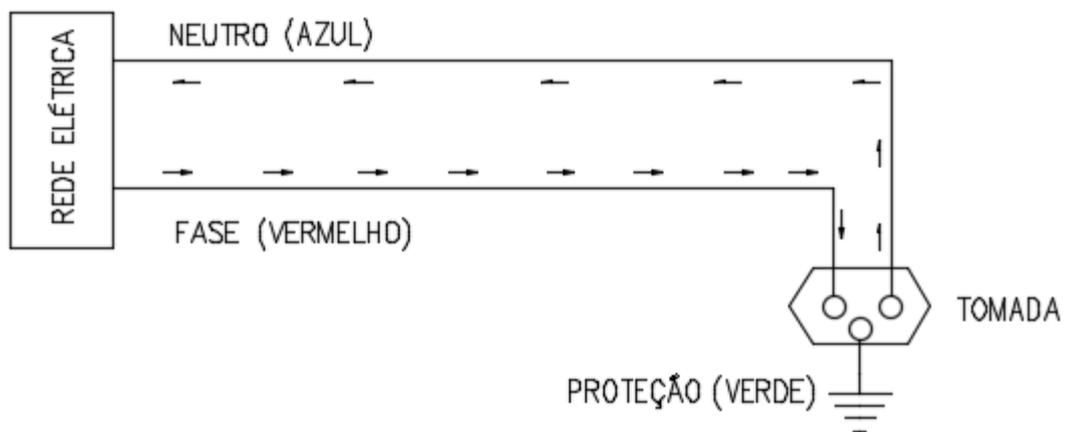
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 14a – Esquema de ligação da lâmpada



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 14b – Esquema de ligação da tomada



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

### 2.3.3 Atividade a ser desenvolvida pelos alunos

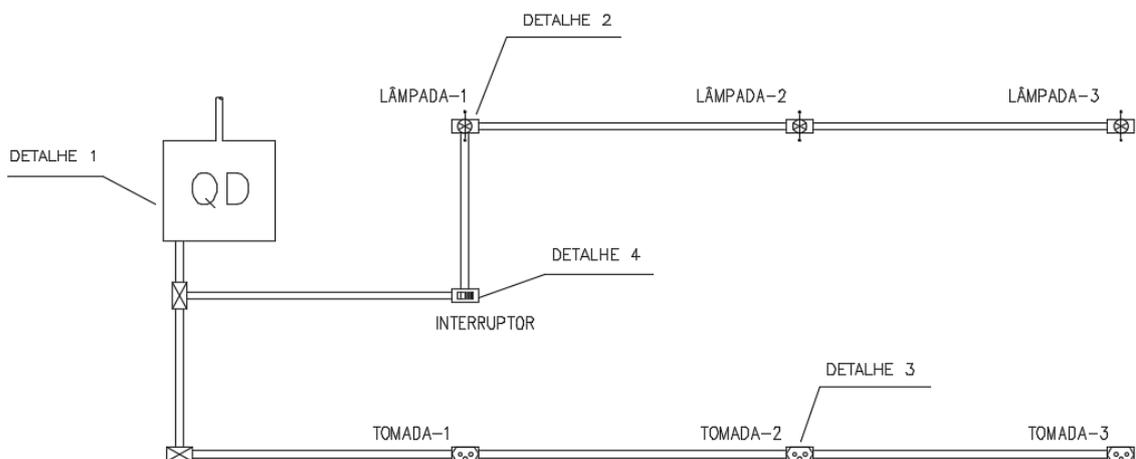
Essa atividade é a concretização da etapa material, quando o aluno deverá realizar a ação propriamente dita, mas ainda não entra no plano mental, que é o plano externo da teoria de Galperín. Com base no exemplo dado pelo professor, o aluno começa a executar a ação, com um diferencial, pois ele pode modificar um pouco de acordo com sua criatividade. Vale ressaltar que essa ação deve ter a supervisão constante do professor, no sentido de propiciar segurança a todos.

A equipe deverá realizar a instalação de quatro circuitos elétricos no painel elaborado para essa finalidade. Um circuito para iluminação, com três lâmpadas e três circuitos para tomadas com uma unidade cada. Todos os membros da equipe deverão participar das operações previstas nessa atividade.

Esse encontro finaliza com a realização dessa atividade, atendendo às seguintes orientações:

- 1) Observar as indicações de segurança apresentadas no roteiro complementar e a adequação dos componentes contidos no quadro de distribuição, bem como a divisão dos circuitos e o sistema de aterramento adotado;
- 2) Acompanhar o exemplo da instalação do circuito realizado pelo professor, observando o painel de instalações elétricas (Figuras 15a, 15b e 15c), com os detalhes de ligação das lâmpadas e tomadas. Realizar a instalação de três lâmpadas em paralelo, representando o circuito 1, conforme Figura 16. Realizar a instalação dos circuitos 2, 3 e 4 de tomadas, representados pelas Figuras 17, 18 e 19, respectivamente.

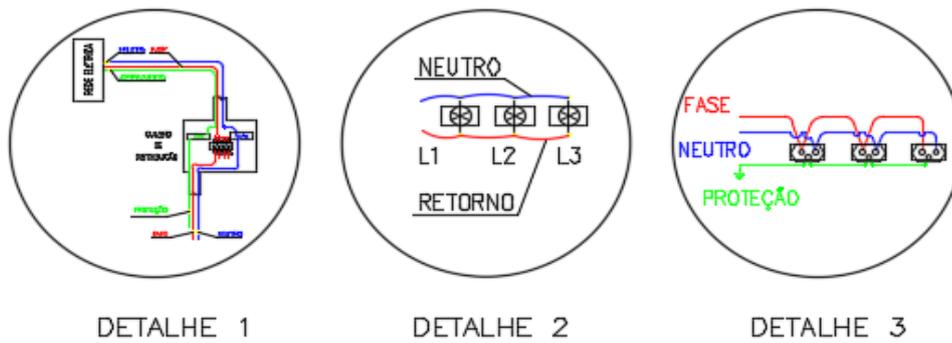
Figura 15a – Painel de instalações elétricas



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

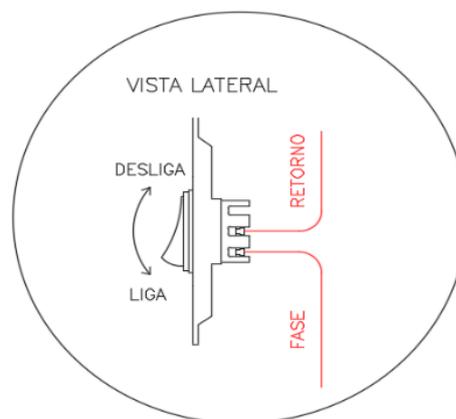
Figura 15b – Detalhes do painel de instalações elétricas

## DETALHES



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

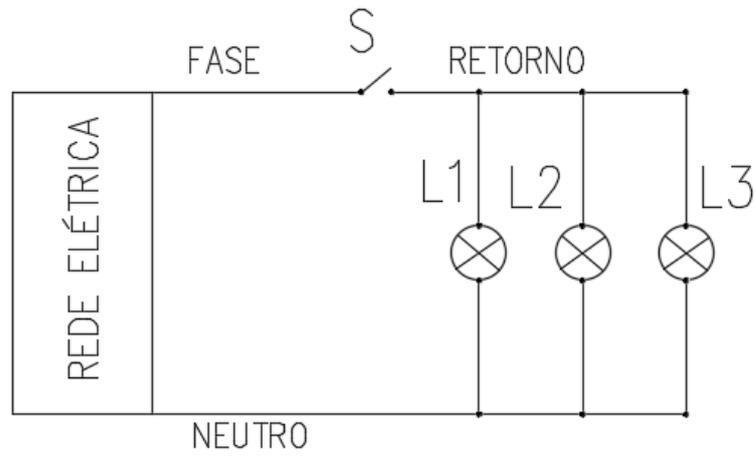
Figura 15c – Detalhes do painel de instalações elétricas



## DETALHE 4

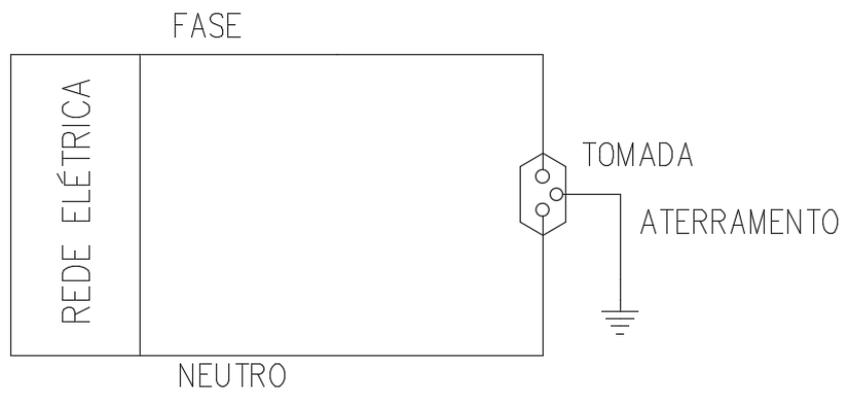
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 16 – Circuito com três lâmpadas em paralelo



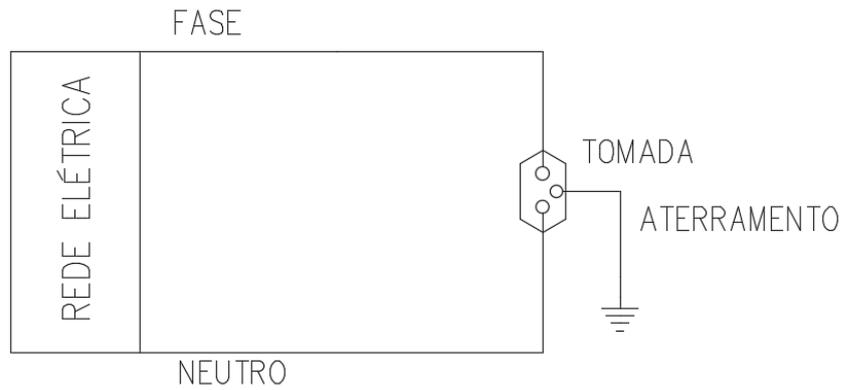
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 17 – Circuito com uma tomada de uso geral



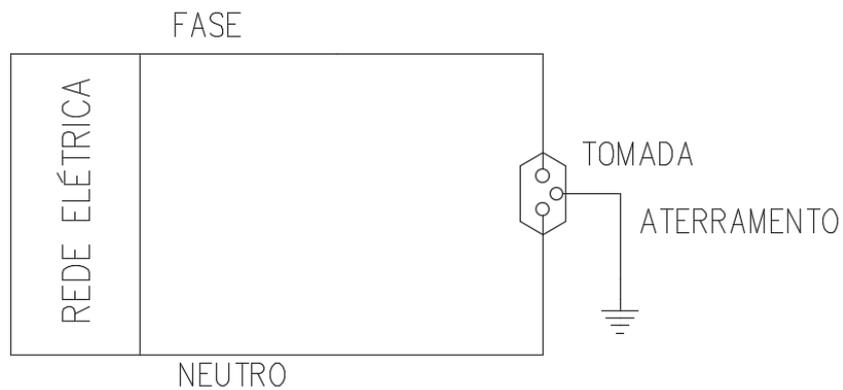
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 18 – Circuito 3: Circuito com uma tomada de uso geral



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 19 – Circuito 4: Circuito com uma tomada de uso geral

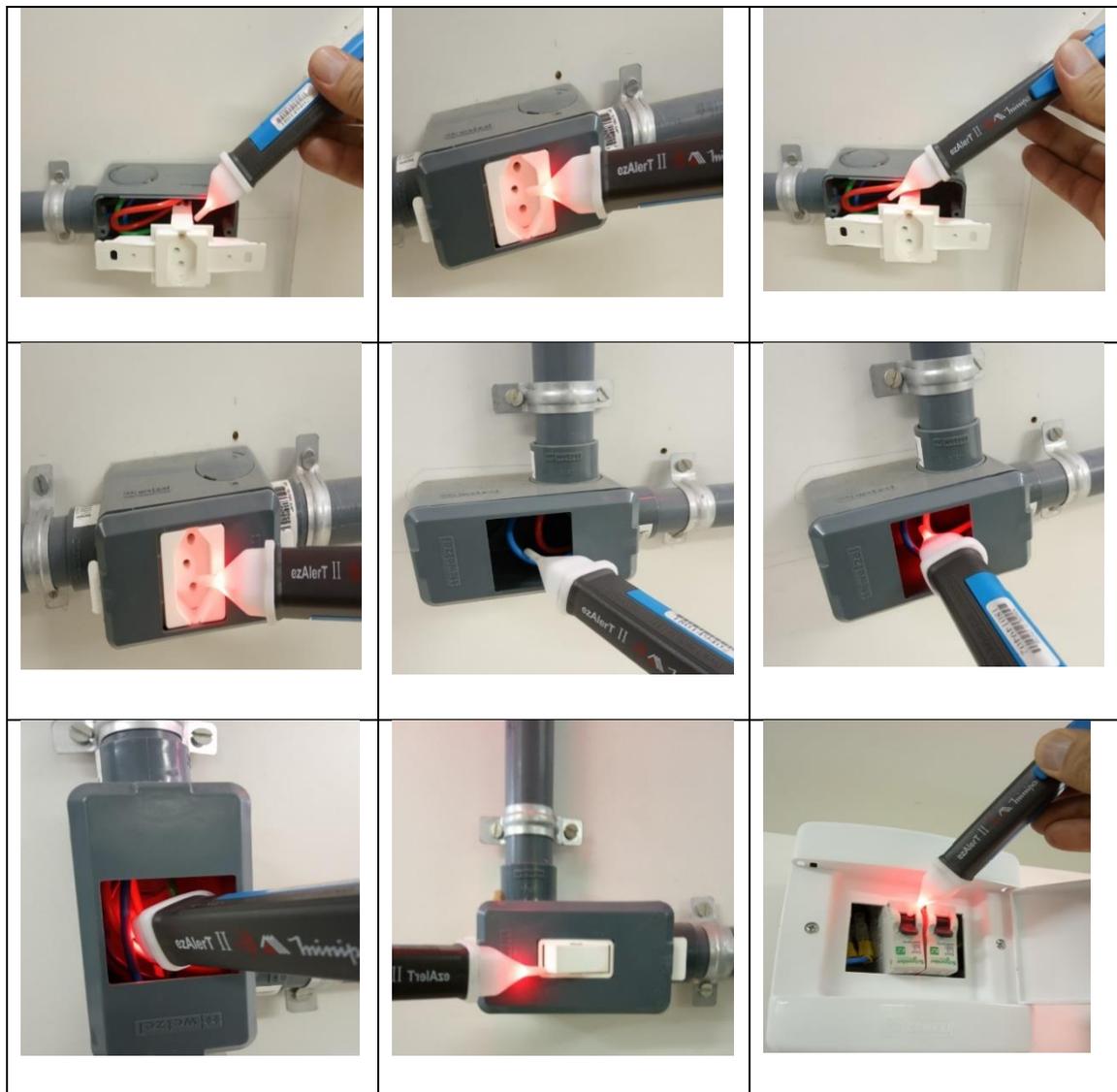


Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

- 3) Após a execução da instalação, identificar os dispositivos elétricos que compõem o painel utilizado;
- 4) Utilizar um multímetro na função ohmímetro, identificar os circuitos que chegam ao quadro de distribuição, observando os cabos destinados ao condutor fase e ao neutro;

- 5) Após autorização do professor, energizar o quadro de distribuição e com o multímetro na função de voltímetro, verificar se os circuitos instalados estão com as tensões nos valores esperados.
- 6) Verificar a existência de tensão em cada ponto do circuito destinado à instalação de aparelhos com o Detector de Sequência de Fase 3 em 1 MINIPA-EZPHASEII, conforme ilustra a Figura 20. Na ausência deste, o professor poderá optar por outro detector semelhante.

Figura 20 – Esquema de detecção de fase nos circuitos instalados



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

- 7) Ligar o liquidificador na tomada e deixar somente o circuito que o alimenta energizado. Em seguida, plugar o Wattímetro Digital na tomada que energiza o painel, conforme representado no esquema da Figura 21. Colocar o aparelho para funcionar na rotação 1, selecionar a função potência no wattímetro e anotar na tabela 2. Selecionar a função corrente e anotar esse valor na tabela 8. Repetir esse processo para a rotação 2 do liquidificador. Complementar a tabela 8 com os valores indicados pelo fabricante na placa que fica fixada no aparelho. No final, comparar os valores obtidos nessas medições.

Figura 21 – Esquema da medição de potência e corrente pelo wattímetro



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa

Tabela 2 – Potência e corrente elétrica

	P(W)- ROTAÇÃO 1	P(W)- ROTAÇÃO 2	I(A) - ROTAÇÃO 1	I(A) - ROTAÇÃO 2
VALOR MEDIDO				
ESPECIFICADO PELO FABRICANTE				

Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

- 8) Colocar as lâmpadas de LED de 8W nos três pontos instalados no circuito 1. Ligar o interruptor e medir a corrente com o wattímetro conectado na tomada que energiza o quadro de disjuntores. conforme esquema representado pela Figura 22.

Figura 22 – Três lâmpadas ligadas em paralelo



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa

- 9) Desligar o interruptor por segurança, retirar uma das lâmpadas do circuito 1, conforme esquema representado na Figura 23, acionar o interruptor para acender as lâmpadas e repetir as medições anteriores com o wattímetro. No final, compare esses valores com os observados no item anterior e justifique as diferenças.

Figura 23 – Duas lâmpadas ligadas em paralelo



**Fonte:** Elaborada pelo autor da pesquisa.

- 10) Acender as três lâmpadas do circuito 1, conforme esquema representado na Figura 24, colocar o wattímetro na tomada que alimenta o painel e medir os valores de potência e corrente total do circuito. Após essa medição, anotar na Tabela 3 a potência total observando os valores especificados pelo fabricante inseridos no corpo das lâmpadas. Ao final, comparar esses valores e justificar as possíveis diferenças encontradas.

Figura 24 – Três lâmpadas ligadas em paralelo e acesas



**Fonte:** Elaborada pelo autor da pesquisa.

**Tabela 3** – Soma total dos valores medidos e especificados

SOMA TOTAL	I(A)	P(W)
VALORES MEDIDOS		
VALORES CALCULADOS		

**Fonte:** Elaborada pelo autor da pesquisa.

## 2.4 ENCONTRO 4 - FORMAÇÃO DA AÇÃO NA LINGUAGEM EXTERNA (ETAPA VERBAL)

### Plano de Aula 4

**Tempo previsto:** 90 minutos

#### Conteúdo:

- Desenho simplificado de uma instalação elétrica de uma residência.
- Estudo das grandezas físicas contidas numa instalação elétrica residencial.

#### Objetivos de aprendizagem:

- Reconhecer os componentes utilizados numa instalação elétrica residencial.

- Identificar e diferenciar os circuitos de uma instalação elétrica residencial.

### **Implementação do encontro**

No desenvolvimento desta etapa, que de acordo com a teoria de Galperin trata da formação da ação na linguagem externa, os alunos deverão verbalizar os elementos da ação, a elaboração do desenho de uma instalação elétrica de um cômodo de uma residência.

Durante o desenvolvimento desta ação, os alunos não terão contato com os componentes trabalhados na etapa anterior, a materializada: o circuito residencial e seus elementos constitutivos. Eles utilizarão apenas o desenho desse circuito com os símbolos representativos desses elementos.

As equipes devem ser montadas com, no máximo, oito alunos, para facilitar o diálogo entre eles sobre os elementos constitutivos da ação. Essa etapa finaliza com a apresentação, em sala de aula, por um representante de cada equipe, do circuito elétrico residencial previamente discutido por todos os integrantes da equipe.

A equipe pode ter como base de apoio, o desenho representado na figura 38 e os esquemas representados na figura 39, observando sempre as grandezas físicas representadas nos circuitos, tais como: potência elétrica dos equipamentos que a equipe decidir instalar e a intensidade da corrente elétrica máxima em cada circuito, resultante da instalação desses equipamentos.

Em se tratando dos condutores, fica a critério do professor sugerir aos alunos usar caneta azul claro para representar o condutor neutro, verde para representar o condutor terra e preta ou vermelha para representar o condutor fase, ou usar fios coloridos de linha e cola branca para fazer essa mesma representação.

Os alunos deverão ser orientados em relação à distribuição dos circuitos do desenho antes mencionado da seguinte forma:

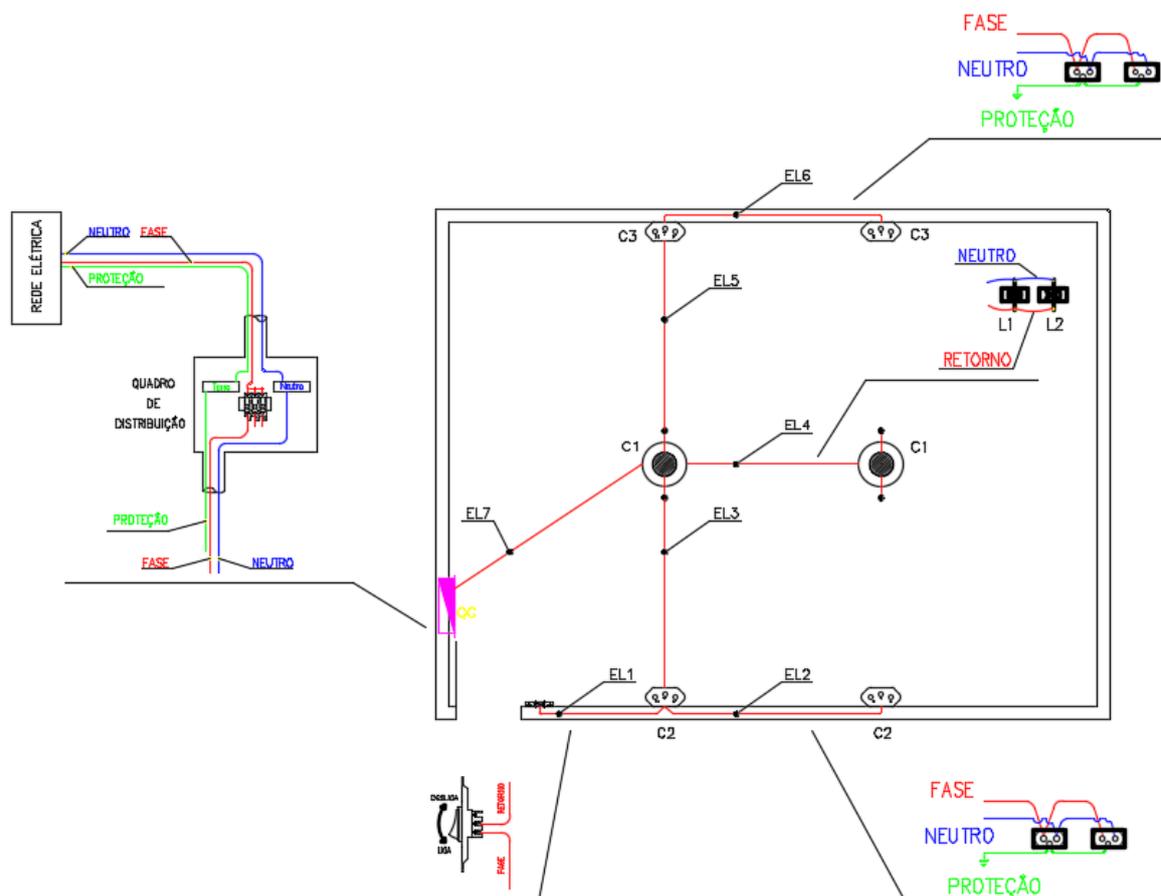
- o circuito 1, indicado como orientação na figura 25 por C1 representa as lâmpadas, para cada uma a equipe deverá atribuir uma potência de 100W, portanto, a potência total desse circuito será a soma de todas as lâmpadas nele instaladas.
- O circuito 2, indica como orientação na figura 25 por C2 representa as tomadas desse circuito. Para cada uma a equipe deverá atribuir uma potência de 100W,

portanto, a potência total desse circuito será a soma de todas as tomadas nele instaladas.

- O circuito 3, indica como orientação na Figura 25 por C3 representa as tomadas desse circuito. Para cada uma a equipe deverá atribuir uma potência de 100W, portanto, a potência total desse circuito será a soma de todas as tomadas nele instaladas.

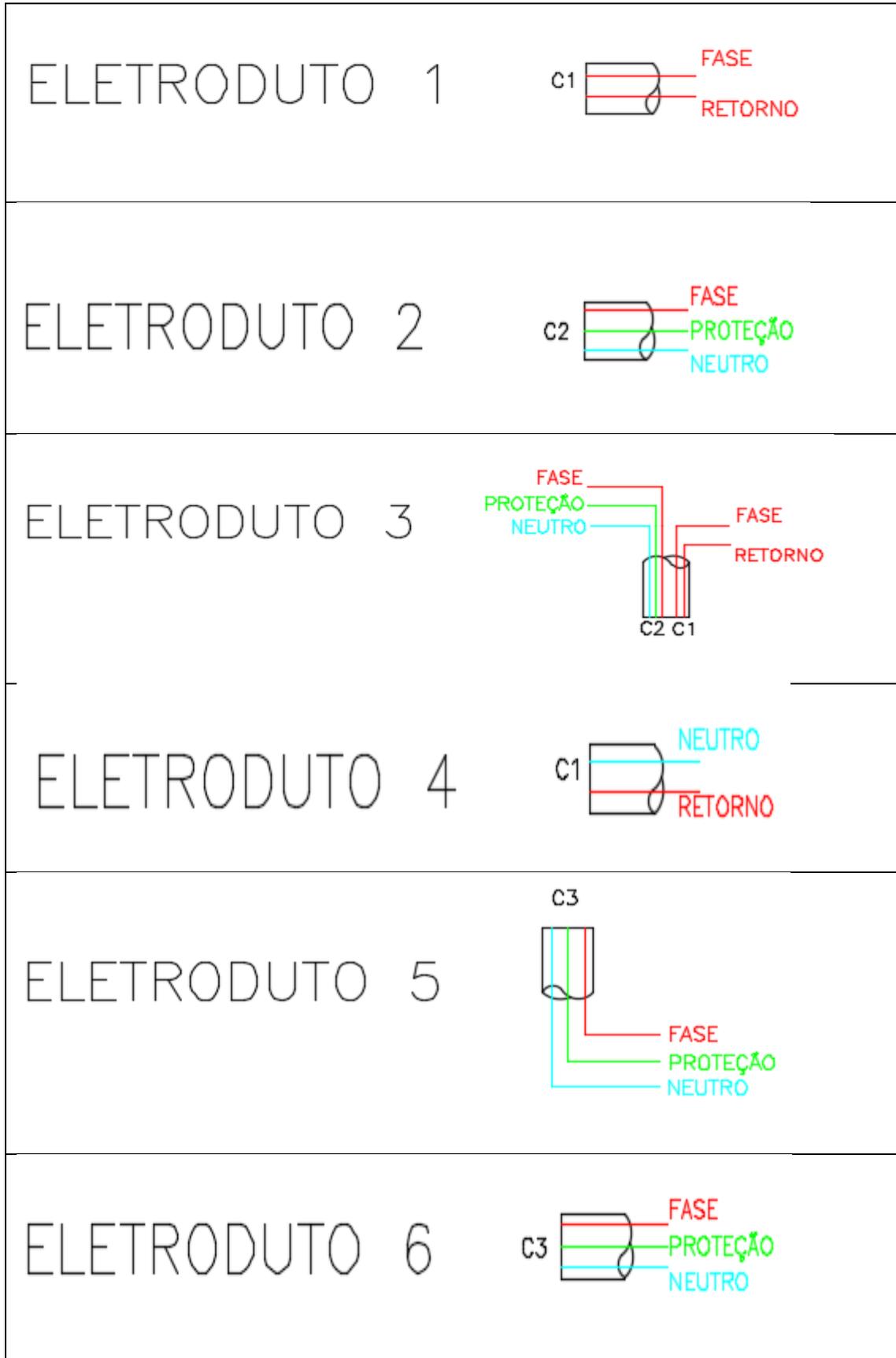
Seguindo essas orientações, a equipe poderá escolher os equipamentos específicos para cada circuito, representar as potências elétricas dos equipamentos instalados, as intensidades da corrente elétrica em cada circuito e os disjuntores para a proteção dos circuitos. Para tanto, as equipes deverão saber quais condutores utilizar em cada circuito e a quantidade correta com as devidas cores, como mostra a ilustração do esquema representado na Figura 26.

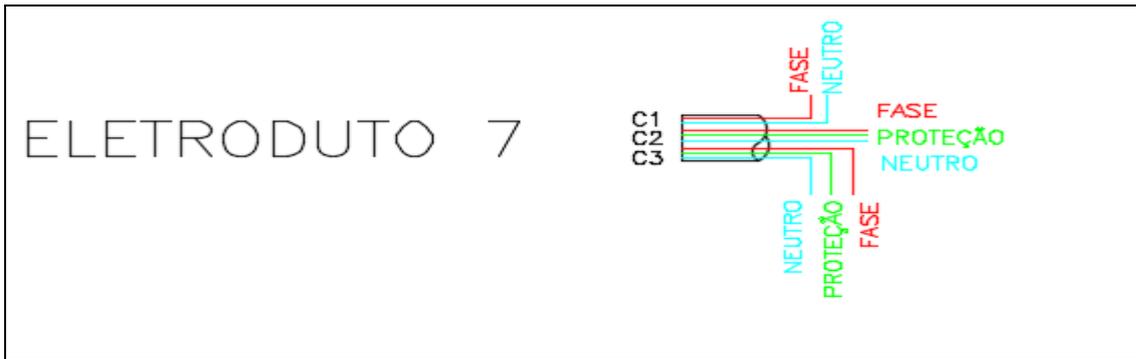
Figura 25 – Desenho de instalação elétrica de um cômodo



Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa.

Figura 26 – Esquemas dos eletrodutos (EL1, EL2, EL3, EL4, EL5, EL6 e EL7)





Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa.

Como anteriormente indicado, esse encontro deverá ser finalizado com a apresentação, por um representante de cada equipe, dos desenhos realizados, explicando as grandezas físicas que caracterizam o circuito, as escolhas feitas em relação ao tipo de instalação, se de um cômodo ou mais, os equipamentos elétricos escolhidos e as dificuldades experimentadas na realização da atividade.

## 2.5 ENCONTRO 5 – ETAPA MENTAL

### Plano de Aula 5

**Tempo previsto:** 90 minutos

#### Conteúdo:

- Construção de circuitos elétricos.
- Estudo e compreensão das grandezas físicas relacionadas às instalações elétricas de uma residência.

#### Objetivos de aprendizagem:

- Identificar e compreender as características específicas de circuitos elétricos e seu funcionamento.
- Identificar e diferenciar os elementos contidos numa instalação elétrica residencial.

#### Implementação do encontro

Nesse encontro, será implementada a etapa mental da ação da teoria de Galperin. Ela é executada pelo aluno de forma independente, sem o auxílio dos companheiros ou do professor no plano mental, como produto do pensamento.

A atividade a ser desenvolvida nesse encontro, a última no processo de formação da ação, deverá ser realizada por cada aluno e consistirá no levantamento de como está a instalação elétrica de sua residência, podendo propor modificações nos circuitos, visando uma instalação mais segura e eficiente do ponto de vista da distribuição dos equipamentos.

Levando em consideração tal concepção dessa atividade o aluno deverá elaborar um relatório, que será apresentado em sala de aula, contemplando:

- Quantas tomadas há na residência e em quantos circuitos elas estão distribuídas;
- Quantas lâmpadas constam na residência e se estão em um só circuito;
- Quais aparelhos são especiais (fixos numa única tomada), como máquina de lavar, geladeira, micro-ondas, entre outros;
- Quantos disjuntores há no quadro de distribuição dos circuitos;
- A verificação do aterramento das tomadas;
- O cálculo da potência total instalada na residência;
- A determinação do valor da intensidade de corrente no disjuntor principal da residência;
- A verificação da escolha adequada dos condutores utilizados nos circuitos em função da potência dos equipamentos a serem instalados e tensão elétrica de entrada.

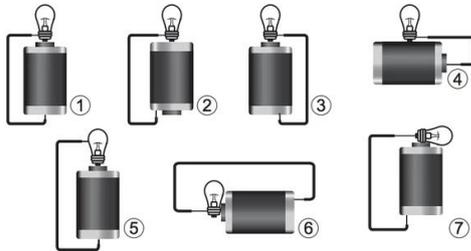
A partir dos conhecimentos adquiridos nos encontros anteriores, o aluno deverá saber que cada circuito, dada a capacidade de condução de corrente nos condutores, não deverá ter uma potência elétrica maior do que 2000W para iluminação e 2200W para tomadas, quando a rede elétrica da instalação for de 220V.

Na apresentação em sala de aula o aluno explicará o desenho da instalação elétrica da sua residência, destacando as especificações de cada circuito. Sugerimos uma aula de 50 minutos para esse momento do encontro.

Para concluir o encontro o professor poderá aplicar uma avaliação objetiva com, por exemplo, 10 questões (Apêndice 3). Como uma outra opção de avaliação individual se poderia considerar a apresentação realizada pelo aluno em sala de aula.

### Apêndice A1: Atividade da avaliação diagnóstica

1. (Enem 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. Instalação Elétrica: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado). (Foto: Reprodução/Enem).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

a) (1), (3), (6)

b) (3), (4), (5)

c) (1), (3), (5)

d) (1), (3), (7)

e) (1), (2), (5)

2. (PUC – SP) Os passarinhos, mesmo pousando sobre fios condutores desencapados de alta-tensão, não estão sujeitos a choques elétricos que possam causar-lhes algum dano. Qual das alternativas a seguir indica uma explicação correta para o fato?

a) A diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de apoio do pássaro no fio é quase nula.

b) A diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de apoio do pássaro no fio é muito elevada.

c) A resistência elétrica do corpo do pássaro é praticamente nula.

d) O corpo do passarinho é um bom condutor de corrente elétrica.

e) A corrente elétrica que circula nos fios de alta-tensão é muito baixa.

3. (UFG-GO) Nos choques elétricos, as correntes que fluem através do corpo humano podem causar danos biológicos que, de acordo com a intensidade da corrente, são classificados segundo a tabela abaixo.

<b>I</b>	<b>até 10 mA</b>	<b>dor e contração muscular</b>
<b>II</b>	<b>de 10 mA até 20 mA</b>	<b>aumento das contrações musculares</b>
<b>III</b>	<b>de 20 mA até 100 mA</b>	<b>parada respiratória</b>
<b>IV</b>	<b>de 100 mA até 3 A</b>	<b>fibrilação ventricular que pode ser fatal</b>
<b>V</b>	<b>acima de 3 A</b>	<b>parada cardíaca, queimaduras graves</b>

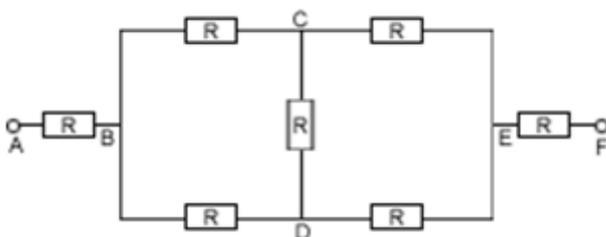
Considerando que a resistência do corpo em situação normal é da ordem de  $1500 \Omega$ , em qual das faixas acima se enquadra uma pessoa sujeita a uma tensão elétrica de  $220 \text{ V}$ ?

- I
- II
- III
- IV
- n.d.a

4. (PUC-MG) A “chave” de um chuveiro elétrico pode ser colocada nas posições “fria”, “morna” e “quente”. Quando se muda a chave de posição, modifica-se o valor da resistência elétrica do chuveiro. Indique a correspondência VERDADEIRA.

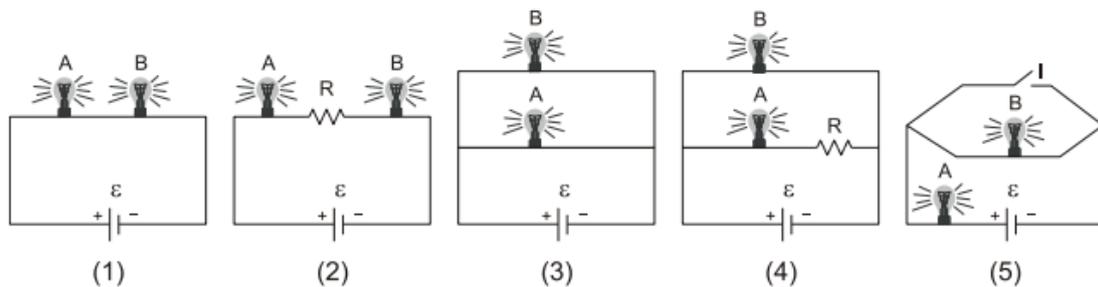
- Água morna – resistência média.
- Água morna – resistência baixa.
- Água fria – resistência média.
- Água quente – resistência alta.

5. (UEL-PR) Abaixo está esquematizado um trecho de circuito em que todos os resistores são iguais. Entre os pontos A e F existe uma diferença de potencial de  $500 \text{ V}$ . Entretanto, pode-se tocar simultaneamente em dois pontos desse circuito sem tomar um “choque”. Esses pontos são:



- a) B e C;
- b) B e D;
- c) C e D;
- d) C e E;
- e) D e E.

6. (Ufsc 2010-adaptada) Nos circuitos a seguir, A e B são duas lâmpadas cujos filamentos têm resistências iguais; R é a resistência de outro dispositivo elétrico;  $\varepsilon$  é uma bateria de resistência elétrica desprezível; e I é um interruptor aberto. Sabendo-se que o brilho das lâmpadas cresce quando a intensidade da corrente elétrica aumenta, é CORRETO afirmar que:



- a) no circuito 1, a lâmpada A brilha mais do que a B;
- b) no circuito 2, as lâmpadas A e B têm o mesmo brilho;
- c) no circuito 3, uma das lâmpadas brilha mais do que a outra;
- d) no circuito 4, a lâmpada A brilha mais do que a B;
- e) no circuito 5, se o interruptor I for fechado, aumenta o brilho da lâmpada B.

7) Uma pessoa toma um banho por dia durante os 30 dias do mês. Sabendo-se que a duração de cada banho é 20 min, a potência do chuveiro é 6.400 W e o custo do kWh é R\$ 0,50, o gasto mensal dos banhos é:

- a. R\$ 51,80;
- b. R\$ 42,80;
- c. R\$ 32,00;
- d. R\$ 36,00;
- e. R\$ 18,00.

8. (UEM-PR) George Ohm realizou inúmeras experiências com eletricidade, envolvendo a medição de voltagens e correntes em diversos condutores elétricos

fabricados com substâncias diferentes. Ele verificou uma relação entre voltagem e a corrente. Nesse experimento, Ohm concluiu que, para aqueles condutores:

- a). a voltagem era inversamente proporcional à corrente e a constante de proporcionalidade representa a capacitância dos condutores.
- b). a voltagem era diretamente proporcional à segunda potência da corrente e a constante de proporcionalidade representa a resistência dos condutores.
- c). a voltagem e a corrente eram diretamente proporcionais e a constante de proporcionalidade representa a capacitância dos condutores.
- d). a voltagem era inversamente proporcional à corrente e a constante de proporcionalidade representa a resistência dos condutores.
- e). a voltagem e a corrente eram diretamente proporcionais e a constante de proporcionalidade representa a resistência dos condutores.

9) Uma máquina de lavar roupa tem potência de 450 W. Se ela for utilizada durante 30 min, 12 dias ao mês, o consumo de energia elétrica no mês, em kWh, será de:

- a) 2
- b) 2,7
- c) 5,4
- d) 20
- e) 27

10. (Vunesp modificado) Na instalação elétrica de uma casa, há um chuveiro elétrico. Sabendo que a potência do chuveiro é 2.000 W e a tensão na rede é 220 V, o valor, em ampères, mais indicado para a corrente elétrica deve ser aproximadamente, igual

- a:
- a) 0,5
  - b) 1
  - c) 5
  - d) 9
  - e) 50

## Apêndice A2: Avaliação final

1. Em um circuito monofásico das instalações elétricas de baixa tensão de uma edificação, a seção do condutor de fase em cobre é de 16 mm<sup>2</sup>. A seção do condutor neutro também em cobre deve ser de, em mm<sup>2</sup>.

- A) 4
- B) 8
- C) 10
- D) 16
- E) 25

2) O condutor que liga um interruptor simples (de uma tecla) à lâmpada numa instalação elétrica é:

- A) neutro, na cor azul.
- B) fase, na cor vermelho, preto ou branco.
- C) terra, na cor verde ou amarelo e verde.
- D) retorno, de preferência da cor do fase.
- E) fase na cor azul claro.

3). Numa instalação elétrica qual instrumento é utilizado para medir a intensidade de corrente elétrica?

- A) Altímetro.
- B) Barômetro.
- C) Voltímetro.
- D) Amperímetro.
- E) Ohmímetro.

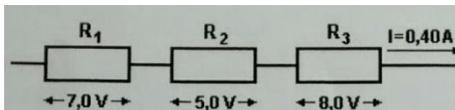
2 Numa instalação elétrica, como são denominados os materiais que permitem a passagem de um fluxo de elétrons com a aplicação de uma diferença de potencial (ou tensão elétrica) relativamente pequena?

- A) Dutos
- B) Geradores

- C) Isoladores
- D) Eletrodutos
- E) Condutores

7. (UEL-1995) considere os valores indicados no esquema a seguir que representa uma associação de resistores. O resistor equivalente dessa associação, em ohms, vale:

- A) 8
- B) 14
- C) 20
- D) 32
- E) 50



8. As lâmpadas instaladas numa residência estão ligadas em paralelo. Dessa forma, se queimar uma, as outras continuam funcionando normalmente. Se tivermos num circuito 10 lâmpadas de LED de 8W cada, como as utilizadas no painel dessa experiência, a potência total da instalação após queimar duas lâmpadas será, em volts:

- A) 80.
- B) 60.
- C) 10.
- D) 64.
- E) 50.

9. Os surtos na rede elétrica podem chegar a 5000V, e que poderá danificar os equipamentos eletrônicos de uma residência. Para evitar que os surtos cheguem a esses equipamentos, devemos instalar um dispositivo de proteção que desviará esses surtos para a terra. O nome desse dispositivo é:

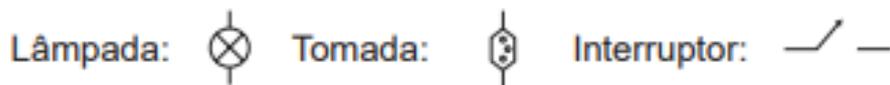
- A) Disjuntor monopolar
- B) Fusível
- C) DR
- D) DPS

## E) Disjuntor Geral

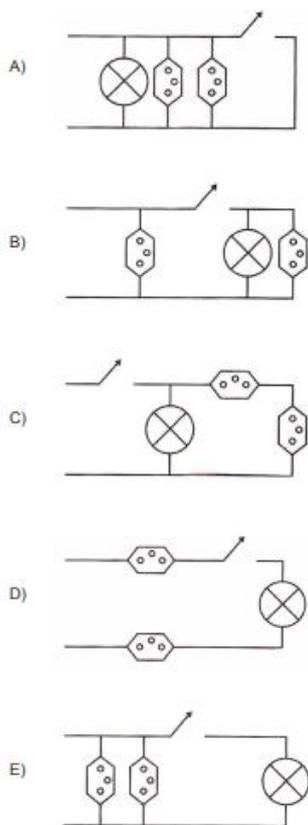
10(ENEM 2015) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

Símbolos adotados:



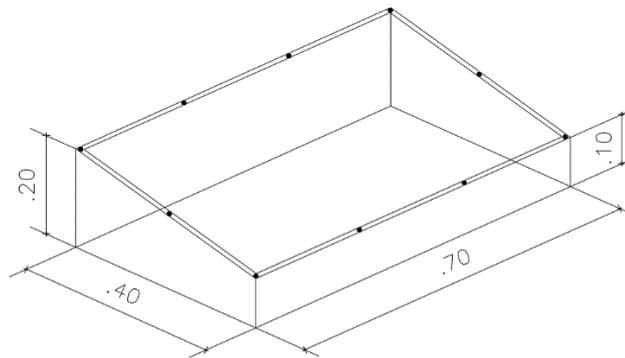
Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



### Apêndice A3: Especificações do kit de circuitos elétricos de Corrente Contínua - DC

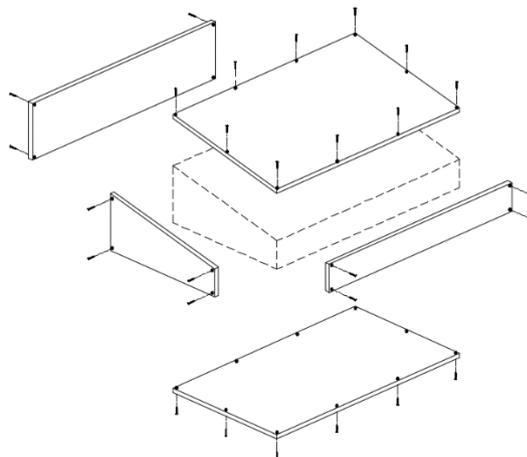
- Dimensões especificadas nos desenhos
- Material: Medium Density Fiberboard (MDF);
- Peso: aproximadamente 5Kg;

Figura 1 – vista em perspectiva isométrica do kit de circuitos elétricos DC



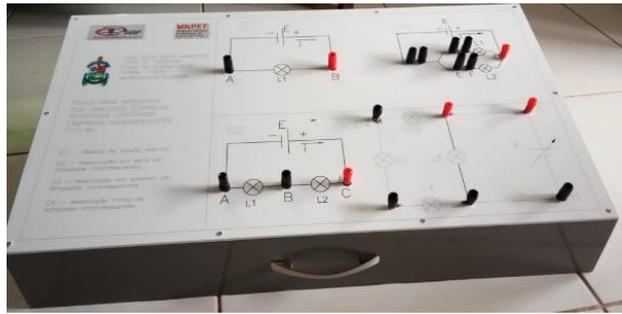
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 2 – Vista em perspectiva explodida do kit de circuitos elétricos DC



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 3 – Foto da vista isométrica do kit



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 4 – Foto da vista de perfil do kit



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 5 – Foto dos soquetes base E10



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 6 – Foto das lâmpadas incandescentes base E10



Fonte: Elaborada pelo autor.

## 1. Especificações elétricas

- 4 circuitos elétricos DC, identificados por C1, C2, C3 e C4;
- 3 mini lâmpadas base E10 com soquetes, 6V-3W;
- 2 mini lâmpadas base E10 com soquetes, 3,8V-0,3A;
- 4 resistores cerâmicos de 1K $\Omega$  cada;

Observação: As lâmpadas podem ser todas de 6V-3W ou 3,8V-0,3A

### 1.1 Dimensionamento dos dispositivos utilizados no kit DC.

Ao dimensionar os dispositivos a serem utilizados no kit, o professor deve levar em consideração a segurança na utilização durante a realização das atividades. O kit foi construído com MDF e posteriormente revestido com plástico utilizado para envelopar carro (para dar um acabamento melhor ao kit), foi adesivado com os circuitos. Mas esse processo pode ser substituído por uma camada de tinta acrílica a critério do professor.

Esse material deve ser levado em conta na hora de dimensionar as grandezas elétricas envolvidas nos componentes afixados no painel do kit.

Componentes fixados no painel do kit:

- No circuito 1(1 lâmpada), tem-se:

$$P=3W$$

$$U=6V$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{3}{6} \rightarrow I = 0,5A \rightarrow I = 500mA$$

Logo, tem-se uma corrente máxima no circuito de:

$$I = 0,5A \text{ ou } I = 500mA$$

- No circuito 2, (2 lâmpadas em série), tem-se:

$$P=6W = (P1+P2)$$

$$U=12V$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{6}{12} \rightarrow I = 0,5A \rightarrow I = 500mA$$

Logo, tem-se uma corrente máxima no circuito de:

$$I = 0,5A \text{ ou } I = 500mA$$

- No circuito 3, as duas lâmpadas em paralelo estão submetidas à mesma tensão, 3,8V, que é a tensão nominal de cada lâmpada, portanto tem-se:

$$U = 3,8V$$

$$I = 0,3A$$

Como as lâmpadas estão em paralelo, cada uma suporta 0,3 A. A corrente total que circulará pelo circuito será:

$$I = (0,3 + 0,3) = 0,6A$$

$$I = 0,6A \text{ ou } I = 600mA$$

Como se pode perceber, a corrente nos circuitos 1 e 2 é a mesma. No circuito 3, a corrente total também tem um valor muito baixo. Com esses valores, sem exceder a tensão nominal aplicada nos terminais das lâmpadas, não há aquecimento no painel significativo para o tempo necessário às demonstrações.

- 4 Resistores de  $1K\Omega$  (pelo código de cores), mas para efeito da demonstração real, devemos usar o valor medido, portanto temos:

$$R_{AB} = 934\Omega$$

$$P = 1W(\text{de fábrica})$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$U = \sqrt{(P \cdot R)}$$

$$U = \sqrt{(1 \cdot 934)} = 30,56V$$

Essa é a tensão máxima que deverá ser aplicada a este resistor. Não é o caso dessa demonstração, que será aplicada uma tensão de 10V, o que garante o não aquecimento dos pontos de contato no painel do kit.

Os demais resistores  $R_{AC}$ ,  $R_{CD}$  e  $R_{BD}$  estão em série e receberão a mesma tensão de 10V aplicada ao  $R_{AB}$ .

Cálculo da tensão a que cada um desses resistores ficará submetido:

$$R_{AC} = 936\Omega$$

$$R_{CD} = 935\Omega$$

$$R_{BD} = 932\Omega$$

Como estão em série, tem-se que:

$$R_{eq.} = (936 + 935 + 932) = 2803\Omega$$

$$U=10V$$

$$I = \frac{U}{R_{eq.}}$$

$$I = \frac{10}{2803} = 0,0036A$$

$$U_{AC} = R_{AC} \cdot I$$

$$U_{AC} = 936 \cdot 0.0036 = 3,37V$$

$$UCD = RCD \cdot I$$

$$UCD = 935 \cdot 0.0036 = 3,37V$$

$$UBD = RBD \cdot I$$

$$UBD = 932 \cdot 0.0036 = 3,36V$$

Com esses valores de tensão em cada resistor não há problemas de aquecimento que possa danificar o painel.

## **Apêndice A4 - Descrição do painel de instalações elétricas residenciais**

Este painel foi idealizado para ser um equipamento didático e possa ser utilizado pelos alunos do 3º ano do ensino médio no estudo das instalações elétricas residenciais, complementando os conhecimentos de circuitos elétricos e suas importâncias nas nossas vidas.

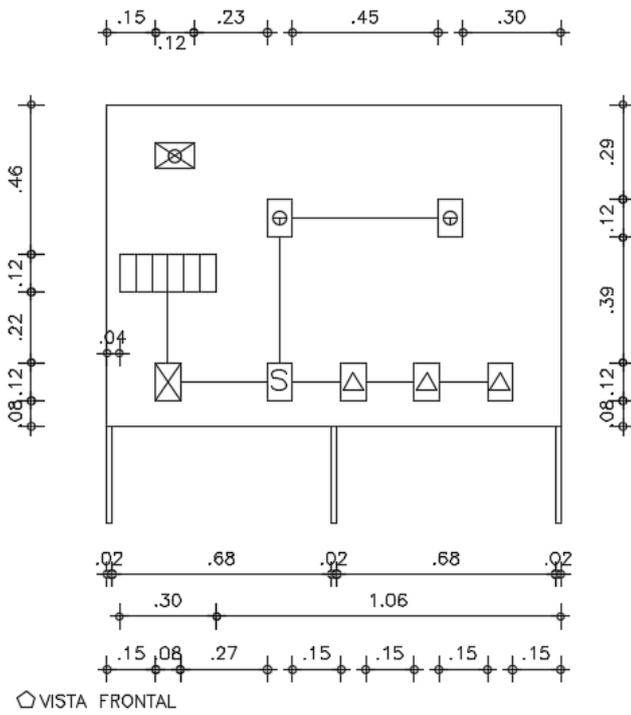
Desta forma, o aluno poderá assimilar a importância que devemos dar às instalações elétricas em nossas casas, na divisão dos circuitos, e no uso adequado dos dispositivos de segurança como: disjuntores, DR, DPS.

### **1. Especificações**

- Especificações gerais

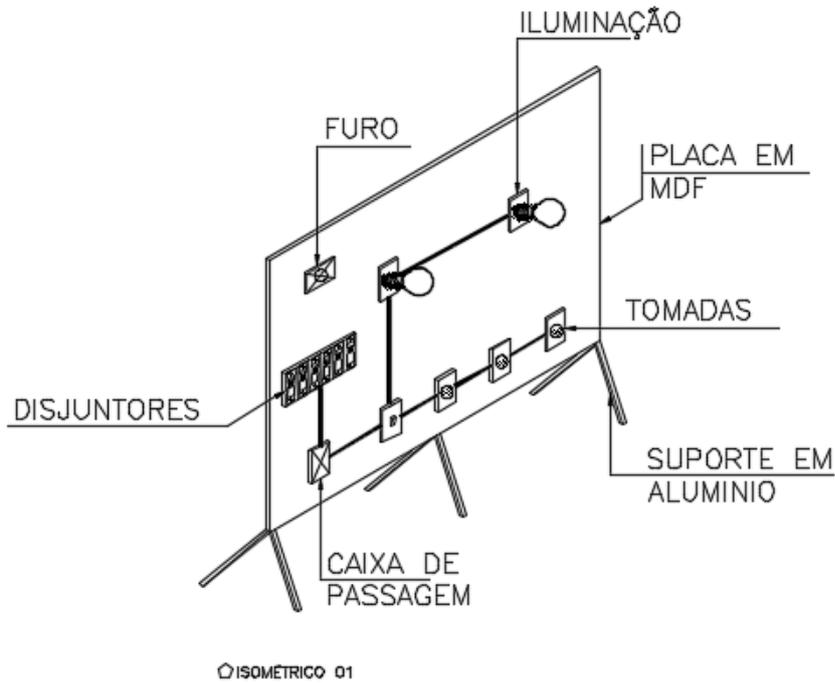
- Dimensões
- Material: Painel de Medium Density Fiberboard (MDF) e os suportes são de Policloreto de polivinila (PVC);
- Peso: aproximadamente 12Kg.

Figura 1 – Vista frontal do painel de instalações elétricas



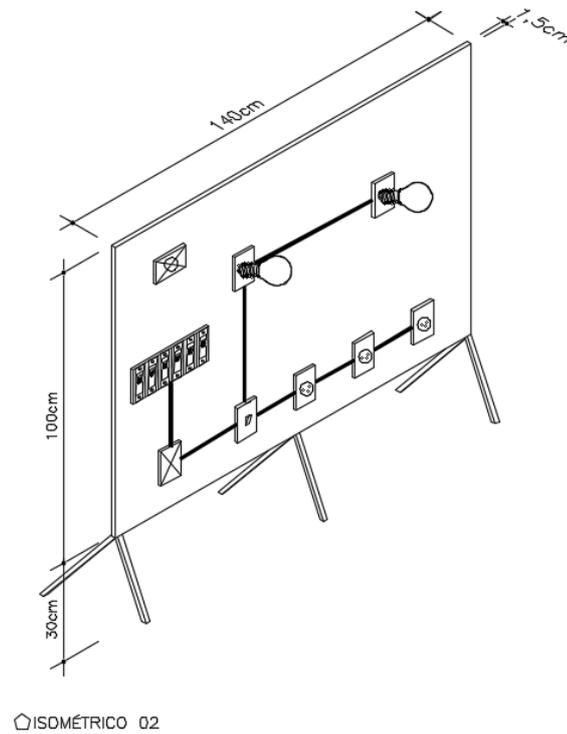
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 2 – Vista isométrica 1 do painel de instalações elétricas



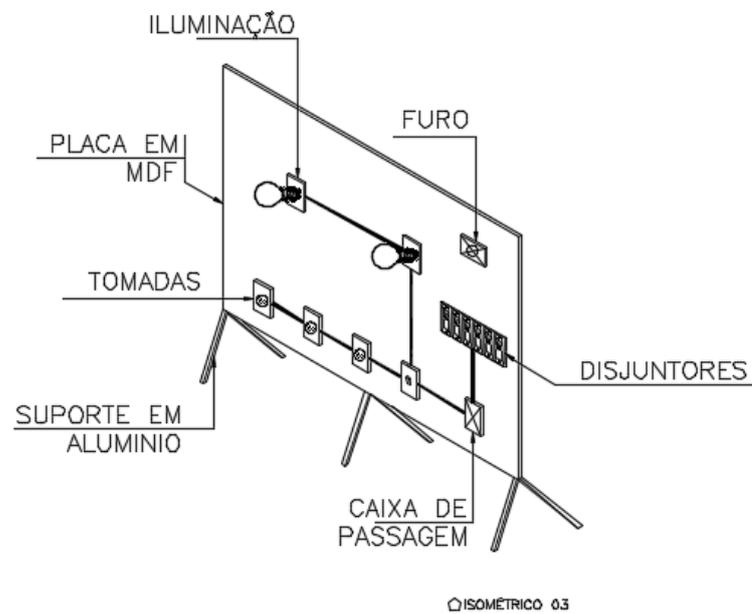
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 3 – Vista isométrica 2 do painel de instalações elétricas



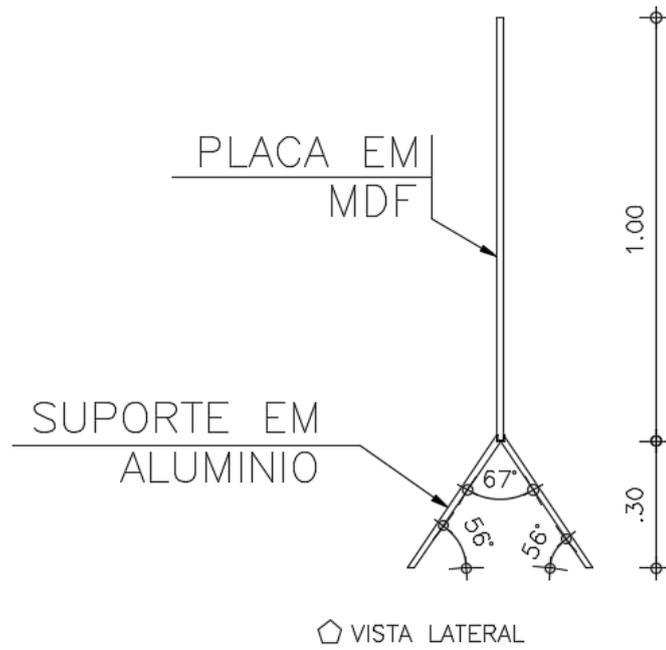
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 4 – Vista isométrica 3 do painel de instalações elétricas



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 5 – Vista lateral do painel de instalações elétricas



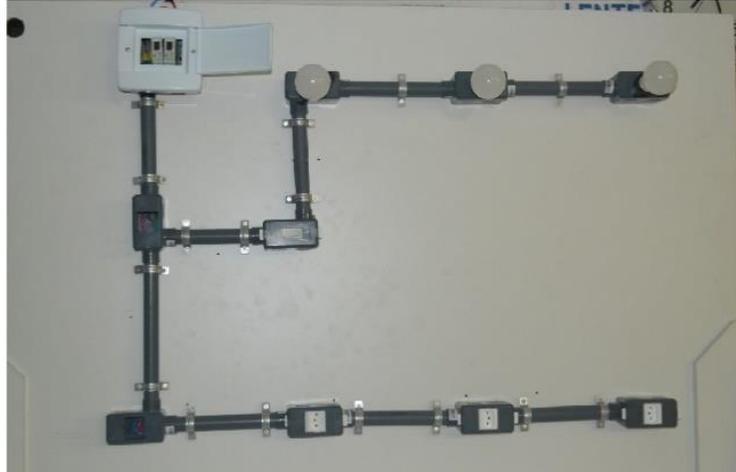
Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 6– Foto da vista lateral do painel de instalações elétricas



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

Figura 7 – Foto da vista frontal do painel de instalações elétricas



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa.

## 1.2 Dimensionamento dos dispositivos utilizados no painel de instalações elétricas residenciais

Para o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados nos circuitos, deve-se considerar as limitações da entrada de energia no quadro de distribuição instalado no painel. Nessa atividade, a energia chega ao quadro a partir de uma tomada de uso geral do laboratório.

Nesse caso, a tomada é simples, suporta até 10 A. Os cabos de ligação à tomada são de  $2,5\text{mm}^2$ , que suportam uma corrente de até 24A (considerando B1 a maneira de instalar, NBR 5410/04, tabela 36, página 101). A potência destinada a essa tomada segue os padrões da NBR 5410/04, que determina 100VA por tomadas de uso geral.

Desta forma, considera-se como sendo essa as características da nossa entrada de energia. Portanto, a soma de todas as potências da instalação não poderá ultrapassar 100VA. Adotando esse procedimento não se perde nenhuma característica importante da instalação elétrica, aproximando-se de uma instalação real, uma vez que, toda instalação que obedece a NBR5410/04 traz um limite a ser seguido.