

## REAPROVEITAMENTO DE LIXO ELETRÔNICO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA: APLICAÇÕES EM PRÁTICAS PARA CIRCUITOS ELÉTRICOS

Marley Fagundes Tavares – [marley.tavares.ifba@gmail.com](mailto:marley.tavares.ifba@gmail.com)  
Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso  
Avenida Marcondes Ferraz – 200 – General Dutra  
48607-000 – Paulo Afonso – Bahia

Lorena da Silva Ferreira – [loferreirasilva94@hotmail.com](mailto:loferreirasilva94@hotmail.com)  
Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso  
Avenida Marcondes Ferraz – 200 – General Dutra  
48607-000 – Paulo Afonso – Bahia

Thainá Matos Santana Delgado – [thainamsd@hotmail.com](mailto:thainamsd@hotmail.com)  
Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso  
Avenida Marcondes Ferraz – 200 – General Dutra  
48607-000 – Paulo Afonso – Bahia

Leonardo Pereira Beltrão – [leonardo.19pb@gmail.com](mailto:leonardo.19pb@gmail.com)  
Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso  
Avenida Marcondes Ferraz – 200 – General Dutra  
48607-000 – Paulo Afonso – Bahia

**Resumo:** Este artigo apresenta a proposta de elaboração de duas práticas laboratoriais envolvendo os conteúdos da disciplina circuitos elétricos, utilizando lixo eletrônico. Existem dois grandes problemas atuais que motivaram a pesquisa, a primeira é o grande descarte de lixo eletrônico, quando esses dispositivos param de funcionar, normalmente poucos componentes sofrem avaria, podendo ser aproveitados grande parte dos componentes. O segundo é a falta de verbas para investimentos em laboratórios, a área da educação vem sofrendo diversos cortes de gastos, surge então, uma motivação para que não seja reduzida a experiência necessária para o desenvolvimento dos alunos. Foram escolhidas as temáticas Lei de Ohm e Lei de Kirchhoff para o desenvolvimento das atividades. Decorreram então, a realização de dois protótipos, um para cada conteúdo, que deveriam ser construídos totalmente com materiais reutilizados, ser de uso intuitivo e seguro, versátil e agregar conhecimento. Para testar a proposta, um experimento foi realizado com uma turma de estudantes, a fim de analisar o desempenho deles e obter um retorno da eficácia dos métodos propostos. Sendo alcançados resultados bastante interessantes, principalmente quando apresentado à turma, que alegou estar mais motivada e mais consciente.

**Palavras-chave:** Lixo Eletrônico. Circuitos Elétricos. Laboratório. Materiais reutilizados.

### 1 INTRODUÇÃO

O campo do ensino-aprendizagem vem sofrendo diversas modificações ao longo do tempo, através da constante evolução tecnológica e dos avanços sociais. Assim, os processos

educativos são transformados de forma contínua e a didática adequada ao tempo daqueles que se dispõem a aprender (OLIVEIRA, 2017).

Nesse contexto, procura-se cada vez mais introduzir novas didáticas integradas com as necessidades eco ambientais. Uma vez que, esse tema é recorrente no cenário atual e o reaproveitamento evita o descarte inadequado de materiais compostos por substâncias potencialmente agressivas ao meio ambiente e a saúde das pessoas.

O lixo gerado pelo descarte de resíduos tecnológicos, provenientes de equipamentos elétricos e eletrônicos, é conhecido como lixo eletrônico (e-lixo), como pilhas, rádios, televisores, computadores, celulares e entre outros (REIS, 2014).

A velocidade com que as novas tecnologias chegam ao mercado é proporcional a velocidade com que os equipamentos eletrônicos são substituídos e se tornam obsoletos. Esse fato contribui para o crescente descarte de lixo eletrônico e a sua transformação em um grande problema ambiental (REIS, 2014).

A reutilização desses resíduos no ambiente educacional, como ferramenta didática, caracteriza-se como uma forma de aliar os conhecimentos adquiridos em sala de aula ao exercício prático (OLIVEIRA, 2017). A utilização do lixo eletrônico para a montagem de práticas experimentais alia a possibilidade de executar experimentos com alto poder de motivação, com relativo baixo custo de implantação e realização. Possibilitando, por exemplo, a ilustração das leis fundamentais na teoria dos circuitos elétricos com aplicação prática.

Neste contexto, este artigo propõe o desenvolvimento de metodologias para o ensino da Lei de Ohm e Lei de Kirchhoff através de práticas que utilizam lixo eletrônico. A metodologia citada pode ser aplicada desde laboratórios de eletrônica bem equipados, ou mesmo em laboratórios com menores recursos. As práticas desenvolvidas podem viabilizar a realização das atividades experimentais com grande flexibilidade de aplicação em diferentes contextos do ensino.

A teoria dos circuitos elétricos é constituída por uma gama de conteúdo, no qual a Lei de Ohm e Leis de Kirchhoff são princípio para a resolução e entendimento de muitos problemas. A Lei de Ohm é o ponto de partida para a utilização das leis básicas da eletricidade e estabelece a interação entre tensão, corrente e resistência. Ao contrário da Lei de Ohm, cujo âmbito é a resistência, as Leis de Kirchhoff estabelecem as regras às quais devem respeitar as associações dos componentes.

### 1.1 Lei de Ohm

Em 1827, George Simon Ohm, físico e matemático, publicou o que seria conhecido como as leis de Ohm. A primeira Lei de Ohm relaciona a proporcionalidade entre a corrente e a diferença de potencial em alguns tipos de materiais e por conta do seu descobridor, os componentes que apresentam essa propriedade são chamados de ôhmico (ALBUQUERQUE, 2010).

A razão  $V/I$  denota o quanto de tensão tem que ser aplicada a um elemento de um circuito para passar uma certa quantidade de corrente. Logo, essa razão representa a medida de dificuldade imposta pelo dispositivo à passagem de corrente elétrica. Esta oposição a passagem de corrente é denominada resistência elétrica ( $R$ ), sua unidade de medida é o Ohm em homenagem ao descobridor da lei (BOYLESTAD, 2011). A fórmula matemática dessa lei é:

$$V = RI \quad (1)$$

Esta lei descreve o comportamento de uma grande classe de condutores, mas ela não vale para todos os condutores. Os condutores descritos pela Lei de Ohm são considerados ideais, estes possuem uma relação linear entre tensão e corrente. Por exemplo, quando se aumenta a

tensão em  $n$  vezes, a corrente também aumenta em  $n$  vezes, e vice-versa (ALEXANDRE E SADIKU, 2013).

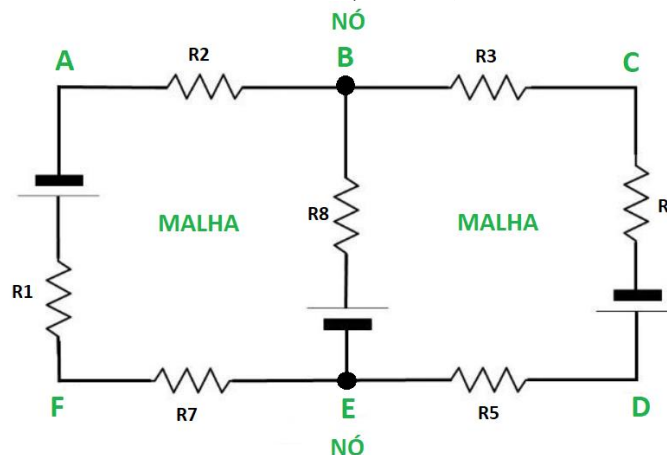
O levantamento da curva característica possibilita a visualização das propriedades presentes nos elementos resistivos através dos valores de tensão e corrente. Tornando possível inferir se um elemento de um circuito é linear ou não linear.

## 1.2 Lei de Kirchhoff

As leis de Kirchhoff são assim denominadas em homenagem ao físico alemão Gustav Robert Kirchhoff, que as formulou em 1845. Essas leis são aplicadas na análise de circuitos elétricos com mais de uma fonte de tensão em série ou em paralelo. Quando aplicadas juntamente com a Lei de Ohm são obtidos um conjunto de equações que solucionam e fornecem os valores de corrente e tensão nos terminais dos circuitos (ALBUQUERQUE, 2010).

Para um melhor entendimento acerca das Leis de Kirchhoff alguns conceitos são necessários: o de malha e nó. A malha é um caminho fechado no circuito e o nó é um ponto do circuito que possui três ou mais elementos conectados (BOYLESTAD, 2011). A Figura 1 apresenta um circuito que possui nós e malhas.

Figura 1 – Circuito elétrico contendo 3 malhas (ABEFA, BCDEB e ABCDFA) e 2 nós (B e E).



Fonte: Adptado de Toda Matéria (2018).

A primeira Lei de Kirchhoff é conhecida como Lei dos Nós ou Lei das Correntes, esta estabelece que a soma algébrica das correntes em um nó é zero, ou seja, as correntes que entram num nó são iguais à soma das correntes que saem desse mesmo nó (EDMINISTER, 2014). A segunda Lei de Kirchhoff é chamada de Lei dos Malhas ou Lei das Tensões, que para qualquer caminho fechado, estabelece que a soma algébrica das tensões é zero (EDMINISTER, 2014).

## 2 METODOLOGIA

Para a construção das práticas de Lei de Ohm e Kirchhoff pensando no custo-benefício usamos lixo eletrônico para a construção das atividades realizadas no laboratório. As práticas realizadas podem ser usadas tanto para alunos de engenharia elétrica como para aluno de ensino médio-técnico, para pôr em pratica tudo que eles viram em sala de aula.

### 2.1 Prática I

A primeira prática será sobre Lei de Ohm, onde usamos duas cargas distintas. A primeira carga constituída de um resistor e a segunda uma lâmpada incandescente.

O protótipo consistiu em uma “caixa preta”, a base principal foi retirada de caixas de fonte de carregadores, onde além das cargas, também possui espaço reservado para realização da leitura da corrente e tensão através do amperímetro e voltímetro. Dentro da caixa também existem terminais para que possa colocar a fonte de tensão. Para fazer os terminais e conexões foram utilizados plugs banana e cabos retirados de lixo eletrônico. O resistor (carga 1) foi colocado de forma fixa em uma placa para melhor leitura do aluno, como mostra a figura 2.

Na segunda parte da prática de Lei de Ohm, segunda carga (lâmpada incandescente). ela foi colocada numa caixa de fonte de bateria. Os plugs bananas e cabos fêmeas retirados do lixo eletrônico também serão usados na construção do circuito. Para energizar o circuito, foram ligadas duas fontes CC (corrente contínua) caseiras em série, para a obtenção de maior tensão requerida pela lâmpada. Por meio da variação de tensão que o aluno realiza, é verificado a tensão e corrente na carga (lâmpada). A Figura 3 apresenta o protótipo desenvolvido juntamente com as cargas para a Lei de Ohm.

Figura 2– Caixa de Ohm



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 3 – Cargas utilizadas para experimento de Lei de Ohm.



Fonte: Autoria Própria (2019).

## 2.2 Prática II

No protótipo da Lei de Kirrchoff, foi utilizado um circuito misto constituído de 4 resistores, os resistores foram colocados numa base de madeira, tal como os terminais usados para os resistores, os terminais são constituídos por pinos de ferro que foram retirados de uma placa-mãe de computadores, onde foram colocados o multímetro(voltímetro), para ler as tensões e verificar a aplicação da Lei de Kirrchoff.

Foram fixados os pinos de ferro junto com os cabos e conectores, todos retirados da placa-mãe para serem feitas as conexões do circuito misto. Para energizar o circuito foi utilizada uma fonte CC (corrente contínua) ajustável de componentes reaproveitável. A Figura 4 apresenta a placa de resistores utilizada para a associação e desenvolvimento do experimento e a Figura 5 mostra o circuito que os alunos reproduziram na placa de resistores.

Figura 4 – Base de madeira com os resistores



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 5 – Circuito misto usado na prática



Fonte: Autoria Própria (2019).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos foram separados em duas equipes, revezando os experimentos. Um roteiro de práticas simples foi dado para cada equipe com direcionamentos para os experimentos e perguntas relacionadas à comparação entre a teoria que envolvida nos procedimentos propostos e os resultados encontrados. Além disso, ao concluir os experimentos, o roteiro trazia perguntas finais que possuíam o objetivo de fornecer um feedback positivo ou negativo dos alunos a respeito da eficácia práticas. Ambos os experimentos foram pensados levando em consideração

que seria o primeiro contato do estudante com práticas laboratoriais então, os protótipos deveriam ser intuitivos e versáteis.

O primeiro objetivo alcançado foi que nenhum dos componentes utilizados foi comprado para elaborar as práticas, mostrando que é possível desenvolver diversos experimentos laboratoriais com recursos limitados. Apenas os dispositivos de medição, voltímetro e amperímetro, que já existiam no laboratório, não foram reaproveitados de sucatas.

A primeira prática pensada, referente ao conteúdo lei de ohm, possui o intuito de realizar medições de corrente e tensão. Os locais de encaixe para cada multímetro, carga e fonte são indicados de forma que a única preocupação do estudante, ao realizar esse experimento, seja analisar o acréscimo de tensão que o circuito está submetido e como se dá a relação com a corrente com diferentes cargas conectadas.

O protótipo pensado para demonstrar a Lei de Ohm possui botão para ligar e se trata de uma caixa fechada com plugs isolados para conexões, garantindo a segurança dos alunos com menor experiência. O experimento funcionou conforme esperado, todos os alunos conseguiram realizar medições coerentes e em conformidade com a teoria, não foram relatadas dificuldades, conseguindo analisar o que foi pedido no roteiro proposto.

A segunda prática, referente aos conhecimentos das leis de Kirchhoff, possibilita a criação de diversos circuitos em uma mesma placa, como foram feitos conectores em cada extremidade dos resistores e plugs, cada resistor poderia ser conectado a outro em série ou paralelo, e a combinação pode variar de acordo com o nível de conhecimento de cada turma. Foi observado que os alunos encontraram maior dificuldade em realizar o que foi pedido, quando comparada com a primeira, pois para um primeiro contato, alguns alunos não conseguem visualizar como fariam as ligações para reproduzir o circuito proposto.

Em laboratório, todos os componentes funcionaram conforme esperado. Todos os estudantes conseguiram realizar os experimentos, sendo assim, considerada em conformidade com uma das premissas desejadas, que é tornar os processos das práticas intuitivos para os estudantes. Uma das equipes relatou dificuldades para a conexão dos resistores da prática, os conectores que foram retirados de placas mãe precisavam de cuidado para a conexão, sendo essa o único detalhe citado pelos alunos como possível melhoria.

Quando questionados se as práticas os motivaram a entender os conteúdos vistos nas aulas teóricas, a resposta geral foi bastante positiva. As atividades despertaram interesse dos alunos, por dois motivos principais, por proporcionarem a visualização prática do conteúdo visto em sala, que agrega muito no entendimento do mesmo, e por serem práticas pensadas para suprir uma possível demanda de uma instituição de ensino com recursos limitados, evitando que os alunos sejam prejudicados. Além disso, equipamentos eletrônicos são descartados diariamente, seja por falha de algum componente ou por se tornar obsoleto, então torna-se bastante importante introduzir problemas atuais na rotina dos estudantes, disseminando um uso mais consciente dos materiais que temos disponíveis. As Figuras 6 e 7 apresentam os alunos realizando as práticas desenvolvidas.

Figura 6 – Alunos realizando prática da Lei de Ohm.

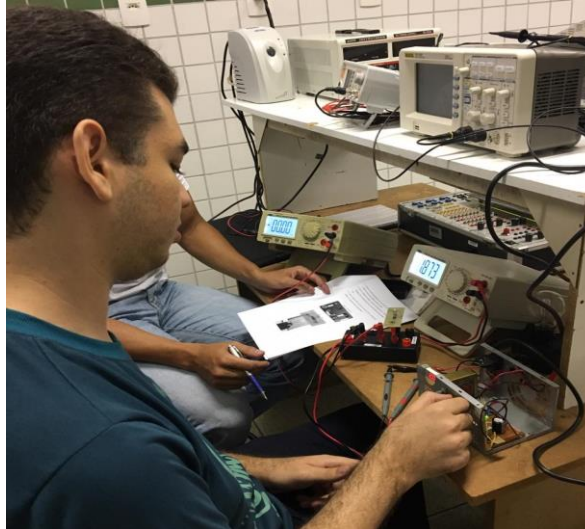
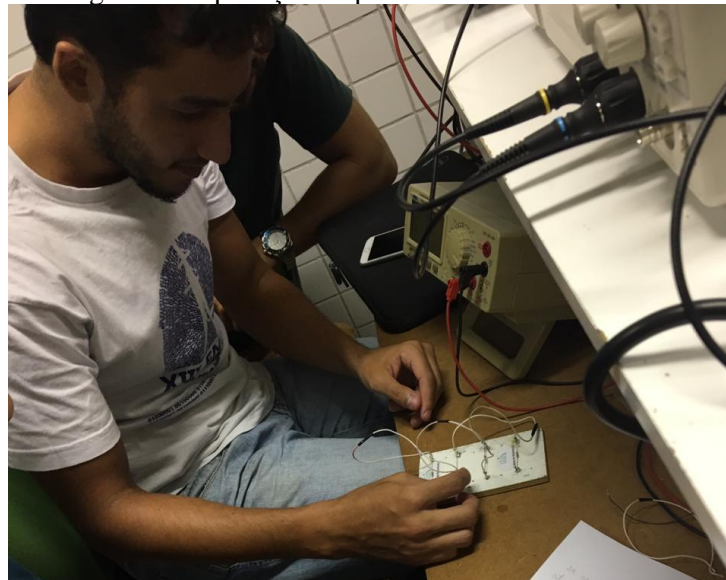


Figura 7 – Aplicação da prática de Lei de Kirchhoff.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições impostas aos experimentos com a Lei de Ohm e as Leis de Kirchhoff, as práticas desenvolvidas mostraram que os modelos escolhidos apresentaram resultados satisfatórios de acordo com o desenvolvimento dos estudantes. A simplicidade de realização dos experimentos também torna sua compreensão acessível aos alunos e a utilização do lixo eletrônico, tem grandes vantagens didáticas para o estudo e discussão dos circuitos elétricos. As práticas apresentadas são compatíveis com a interpretação física e os experimentos desenvolvidos contribuem para uma avaliação mais abrangente e realística das leis envolvidas.

A importância de relacionar o que o aluno já sabe com os conceitos estudados e verificar esse conhecimento através dos experimentos e dos resultados obtidos faz da metodologia utilizada uma excelente alternativa para se promover aprendizagem significativa. Através do lixo eletrônico foi possível construir práticas de fácil entendimento para os alunos, uma vez que para eles seriam o primeiro contato com o que foi visto em sala de aula. As práticas realizadas

serão ajustadas de acordo com o feedback obtido durante o processo para ajudar os estudantes da graduação e do curso técnico.

Usando e-lixo pode-se comprovar as múltiplas utilidades de diversas peças que são descartadas de forma inadequada no ambiente. Também foi possível obter resultados com as práticas ministradas e ter conhecimento das inúmeras práticas que podem ser construídas através do lixo eletrônico. Assim, favorecendo tanto os alunos que construíram, onde os mesmos viram as diversas utilidades, como os estudantes que participaram da atividade, abrangendo assim seu conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Romulo O. **Análise de Circuitos em Corrente Contínua**. 21. ed. São Paulo: Érica, 2010.

ALEXANDRE, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à Análise de Circuitos**. Prentice Hall/Pearson, 12<sup>a</sup>. Ed, 2011.

EDMINISTER, J.A. **Circuitos Elétricos**. ED. McGraw-Hill LTDA; 2014; 5<sup>a</sup> Edição. (Coleção Schaum).

OLIVEIRA, Fernando Carlos Ferreira de. **A reciclagem de lixo eletrônico como ferramenta didática**. Artigo científico para obtenção de título de especialista em Engenharia Elétrica e Eletromecânica. Universidade Candido Mendes, 2017.

REIS, Agnes Berdine Fonseca. **Investigação da forma de descarte de eletrônicos pela Comunidade UFERSA-Campus Angicos**. Trabalho de conclusão de curso , Angicos, 2014.

REIS, Luiz Antônio. **Lixo eletrônico: um diagnóstico no município de Foz de Iguaçu**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, Medianeira, 2014.

Toda Matéria. **Leis de Kirchhoff – Malhas e Nós. 2018**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-de-kirchhoff/>>. Acesso em 19 de abril de 2019.

## ELECTRONIC WASTE REAPROVEMENT AS DIDACTIC TOOL: APPLICATIONS IN PRACTICES FOR ELECTRICAL CIRCUITS

*Abstract: This article presents the proposal of elaboration of two laboratory practices involving the contents of the discipline electrical circuits, using electronic waste. There are two major current problems that motivated the research, the first is the large disposal of electronic waste, when these devices stop working, usually few components suffer failure, and can be used much of the components. The second is the lack of funds for investments in laboratories, the area of education has suffered several cuts in spending, then there is a motivation for not*



*reducing the experience necessary for student development. The themes Ohm's Law and Kirchhoff's Law were chosen for the development of activities. Two prototypes were then produced, one for each content, which should be constructed entirely with reused materials, be intuitive and safe, versatile and add knowledge. To test the proposal, an experiment was carried out with a group of students, in order to analyze their performance and to obtain a return of the effectiveness of the proposed methods. The results were quite interesting, especially when presented to the class, who claimed to be more motivated and more aware.*

**Key-words:** *Eletronic Junk. Eletric Circuits. Laboratory. Reused Materials*