

REAPROVEITAMENTO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS PRESENTES EM LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Juliana Corrêa de Souza – jully-correa@hotmail.com

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

Avenida Paris, 72, Bonsucesso

CEP: 21.041-020 Rio de Janeiro, RJ

Geraldo Motta Azevedo Junior – geraldomotta@unisuam.edu.br

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

Avenida Paris, 72, Bonsucesso

CEP: 21.041-020 Rio de Janeiro, RJ

Antônio José Dias da Silva – antoniojoseds@gmail.com

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

Avenida Paris, 72, Bonsucesso

CEP: 21.041-020 Rio de Janeiro, RJ

Resumo: As lâmpadas fluorescentes compactas são amplamente consumidas e o seu descarte incorreto pode causar danos à saúde da população e ao meio ambiente devido à presença do mercúrio em sua composição, pois este é um metal tóxico. A partir disso, o principal objetivo deste projeto é mostrar que os componentes eletrônicos encontrados nas lâmpadas fluorescentes compactas podem ser descartados de maneira adequada como uma maneira de diminuir o impacto ambiental causado por elas, além de mostrar que estes componentes podem ser reutilizados, buscando, com isso, atender a preservação do meio ambiente e a economia de recursos através da logística reversa de pós-consumo. Este trabalho se propôs a mostrar que os componentes eletrônicos existentes no interior das lâmpadas fluorescentes compactas podem ser reutilizados em outros circuitos favorecendo a redução do material descartado. Para isto foi criado uma fonte de tensão regulável, para ser utilizado em pequenos experimentos, um carregador de bateria de automóveis e um carregador de celular portátil. Além de ser observado que os outros componentes que não foram reutilizados na criação de novos produtos, podem ser usados em novos objetos ou em experimentos educacionais de instituições de ensino. O êxito deste projeto está relacionado à capacidade de produção e transformação dos resíduos sólidos em produto acabado, auxiliando na educação ambiental e tecnológica.

Palavras-chave: Lâmpadas Fluorescentes Compactas, Logística Reversa do Pós-Consumo, Reutilização dos Componentes Eletrônicos.

Abstract: Compact fluorescent lamps are widely consumed and their incorrect disposal can cause harm to the health of the population and the environment due to the presence of mercury in its composition, as this is a toxic metal. From this, the main objective of this project is to show that the electronic components found in compact fluorescent lamps can be properly disposed of to reduce the environmental impact caused by them, besides showing that these components can be reused, with that, to attend the preservation of the environment and the economy of resources through the reverse logistics of post-consumption. This work aims to show that the electronic components inside the compact fluorescent lamps can be reused in other circuits favoring the reduction of the discarded material. For this, an adjustable voltage source has been created for use in small experiments, an automobile battery charger and a portable cellular charger. In addition to being observed that the other components that were not reused in the creation of new products, can be used in new objects or in

educational experiments of educational institutions. The success of this project is related to the capacity of production and transformation of solid waste into finished product, aiding in environmental and technological education.

Keywords: Compact Fluorescent Lamps, Post-Consumption Reverse Logistics, Reuse of Electronic Components.

1 INTRODUÇÃO

Segundo (FREIRE DOS SANTOS, Péricles, 2015), as lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) são compostas por substâncias nocivas ao meio ambiente, como o mercúrio e o sódio, além de vários componentes eletrônicos, através de seus reatores, contendo metais como o cobre, alumínio, estanho, etc.

De acordo com (MIRANDA BACILA, D.; FISCHER, K.; KOLIOCHESKI, M., 2014), quando a lâmpada para de funcionar e é descartada incorretamente, ela pode se romper e o mercúrio libera um vapor que pode contaminar a pessoa que está próxima, além disso, contamina o solo e mais tarde poderá contaminar os cursos d'água chegando indiretamente até os alimentos.

Em conformidade com (BRASIL, 2010), a partir do exposto, foi criada a Lei Nº 12305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde as CFL são classificadas como lixo eletrônico (e-lixo) sendo considerada como um resíduo sólido especial de coleta obrigatória configurando-se como um grave problema para o ambiente e para a saúde. Porém, de acordo com (ROCCO CARNEIRO, D.; BACELLAR ZANETI, I.; POMIER LAYRARGUES, P., 2010), no Brasil, anualmente, são descartadas aproximadamente 100 milhões de CFL e apenas 6% destas lâmpadas possuem o descarte correto.

Segundo (MIRANDA BACILA, D.; FISCHER, K.; KOLIOCHESKI, M., 2014), outra política de processo que surgiu para contribuir com um desenvolvimento sustentável foi a logística reversa de pós-consumo que traz o conceito de administrar não somente a entrega do produto ao cliente, mas também o seu retorno, direcionando-o para ser descartado ou reutilizado. E estas ações agregam valores econômicos e ambientais, pois configuram o reuso, a reciclagem, a redução do extrativismo e o descarte adequado de materiais.

Consoante com (LEDPLANET, 2015), outro problema é que agora as CFL vêm sendo substituídas pelas lâmpadas de LED (Diodos Emissores de Luz), pois as lâmpadas de LED apresentam uma economia de energia de 63% em relação às lâmpadas fluorescentes, além do que a vida útil de uma lâmpada de LED é de 50 mil horas contra 10 mil horas de vida útil de uma lâmpada fluorescente reduzindo assim o custo com a manutenção.

Este artigo tem por objetivo desenvolver protótipos, fazendo a construção de novos produtos com a finalidade de ampliar a visão da sociedade para a questão da reciclagem, além de obter uma economia de recursos ao reutilizar os componentes eletrônicos das lâmpadas em outros circuitos favorecendo a redução de material descartado e tomando como base o princípio da logística reversa do pós-consumo, pois foi observado que mesmo após a lâmpada queimar, os componentes existentes no seu interior podem ser reutilizados.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com (LENON, 2012), as CFL foram criadas com o intuito de substituir as lâmpadas incandescentes, pois elas possuem uma vida útil maior, economizam até 80% de energia e seu rendimento é até cinco vezes maior.

Elas são lâmpadas de descarga que funcionam pelo princípio da excitação e desexcitação de átomos de uma mistura gasosa e das paredes fosforescentes do tubo.

Essas lâmpadas são compostas de um cilindro de vidro alongado com um eletrodo em cada extremidade revestido de óxido que quando estimulado por uma corrente elétrica libera um grupo de elétrons. Ela contém uma camada de diversos tipos de fósforo em seu núcleo. Também é utilizado um gás inerte no interior do tubo que serve para facilitar o arranque e controlar a descarga. Utiliza-se também uma pequena quantidade de mercúrio para produzir a radiação ultravioleta quando excitado. Os elétrons desse arco irão colidir com os átomos do gás de argônio e de mercúrio e com isso vão liberar uma luz ultravioleta (UV) ativando a camada de fósforo e se convertendo em luz visível.

O rendimento luminoso é um pouco limitado devido ao volume do tubo de descarga. Estas lâmpadas possuem uma elevada temperatura, em torno de 900°C e no interior das CFL existem reatores eletrônicos que possuem as funções de pré-aquecer os catodos para induzir a emissão de elétrons, proporcionar a tensão de partida para dar início à descarga e limitar a corrente de trabalho para um valor adequado.

Um reator eletrônico dissipa menos calor e consome menos energia obtendo a mesma intensidade luminosa. Este reator é composto por capacitores, indutores para alta frequência, transformadores, resistores e circuitos integrados (transistores e diodos).

Por conter o metal mercúrio em sua composição, as CFL são classificadas pela ABNT NBR 10004 como Resíduos Classe I - Perigosos. Isto significa que, após o fim do ciclo de uso do produto, este não pode ser descartado em aterros comuns ou lixões. Descartá-las em aterros específicos, além de ser custoso, é muito complicado pelo pouco espaço disponível e toda a logística que a operação demanda. Isto fez com que também se tornasse notória a necessidade de implantação de um gerenciamento para a disposição final de todos os resíduos sólidos urbanos, pois a prática do descarte incorreto provoca consequências graves à saúde da população e é danoso ao meio ambiente.

Diante deste quadro apresentado, houve, em 02 de agosto de 2010, no Brasil, a implantação da Lei nº 12.305/10, regulamentada pelo Decreto 7.404/10, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), propondo a prática de hábitos importantes para enfrentar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Esta lei trata da prevenção e da redução dos resíduos sólidos gerados, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (o que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (o que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Com todo este quantitativo de lâmpadas geradas, já é possível que se crie um sistema de logística reversa com o objetivo de recapturar o valor dos materiais, oferecendo uma destinação ecologicamente correta.

2.1 Funcionamento

A partir de todo o exposto, este artigo tem como principal finalidade mostrar o desenvolvimento e a montagem de protótipos através dos componentes eletrônicos reaproveitados das CFL.

Através destes componentes eletrônicos foi possível realizar a montagem de três protótipos: uma fonte de alimentação regulável, um carregador de baterias e um carregador de celular portátil.

2.1.1 Fonte de Alimentação Regulável

Alguns aparelhos de uso doméstico funcionam com corrente alternada, porém aparelhos eletrônicos geralmente necessitam que seja convertida em corrente contínua. Para isso utiliza-se uma fonte de alimentação, onde sua principal função é converter a corrente alternada da rede elétrica em corrente contínua, além de filtrar e estabilizar a corrente e gerar tensões fornecidas aos outros componentes.

A fonte de alimentação pode ser utilizada em bancada para que sejam feitos testes em projetos que necessitam de uma tensão específica ou que sejam sensíveis a uma elevação de corrente repentina, protegendo contra sobrecorrentes.

2.1.2 Carregador de Baterias

Um carregador de bateria equivale a uma fonte que determina uma corrente em sentido oposto na bateria que deve ser carregada. Como existe uma variação da resistência interna da bateria com a carga e geralmente essa resistência é muito pequena, é necessário juntar a essa fonte outro dispositivo que limite a um valor seguro a corrente de carga. Ele é normalmente utilizado para carregar por completo uma bateria para ser usada na alimentação de algum equipamento isoladamente ou então para carregar uma bateria de automóveis descarregada. Com isso, não se pode fazer circular uma corrente excessiva para que não ocorra o aquecimento da bateria e se tenha, por consequência, danos que comprometam a integridade da bateria.

2.1.3 Carregador de Celular Portátil

O carregador de bateria de celular funciona com o mesmo princípio de um carregador de bateria comum. Isto quer dizer que uma reação química concede energia em forma de eletricidade através de um circuito externo.

O funcionamento do carregador ocorre de maneira que se uma corrente passar no sentido contrário à substância fornecedora de energia, a reação será em sentido oposto e a substância absorverá a energia liberada voltando à condição de carregada.

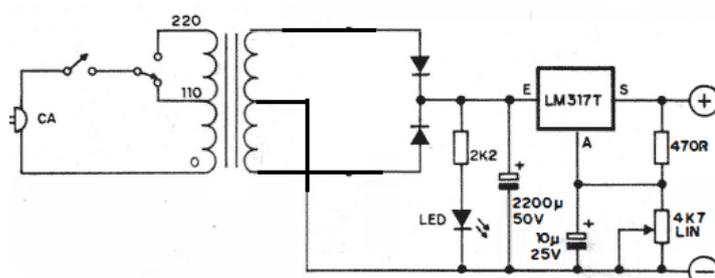
2.2 Aplicações

2.2.1 Montagem da Fonte de Alimentação Regulável

Neste projeto foi montada uma fonte de alimentação regulável que fornecerá tensões que vão de 1,25V (tensão de seu zener interno) a 16,45V (pois depende de fatores como a tensão de entrada e a tensão mínima ajustada pelo divisor resistivo). Com ela pode-se alimentar rádios, pequenos amplificadores, lâmpadas de lanterna e carro, equipamentos de baixa potência dentro da faixa de tensão disponível, etc.

O esquema elétrico está de acordo com a figura 1, como pode ser visto abaixo:

Figura 1: Esquema elétrico da fonte regulável.



O transformador foi conectado a uma chave onde pode ser alternado de acordo com a tensão da rede elétrica, 127V ou 220V. Em sua saída foi colocada uma ponte retificadora com dois diodos, onde será convertido de tensão alternada para tensão contínua. Ao ligar a fonte um LED irá acender, o resistor e o capacitor irão limitar e filtrar a corrente, respectivamente. Após isso, o regulador de tensão irá regular e fazer o controle da tensão e o potenciômetro irá fornecer a tensão que se pretende ter na saída.

Na figura 2 pode-se visualizar a fonte montada com os componentes eletrônicos reutilizados da CFL.

Figura 2: Componentes eletrônicos reutilizados na montagem da fonte regulável.

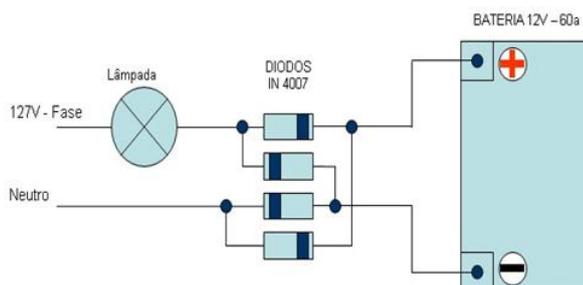


2.2.2 Montagem do Carregador de Baterias

A montagem deste carregador foi feita com o princípio de reutilização dos componentes eletrônicos presentes no interior da CFL.

Do interior da lâmpada foi retirada a placa de circuito impresso contendo os diodos do tipo 1n4007, visto no esquema elétrico da figura 3, ligados como fonte retificadora de tensão, onde irá converter a tensão alternada proveniente da rede em tensão contínua para que a bateria possa ser carregada.

Figura 3: Esquema elétrico do carregador de bateria



FONTE: NEWTONBRAGA, 2014.

Uma lâmpada incandescente foi conectada de um lado dos diodos, enquanto no outro lado foram conectadas as garras tipo jacaré para que sejam ligadas aos terminais da bateria, conforme pode ser visto na figura 4. Quanto maior a potência da lâmpada, mais rapidamente a bateria se carrega.

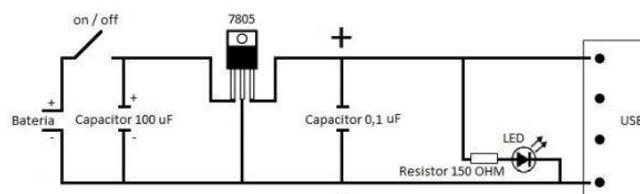
Figura 4: Carregador montado e conectado na bateria



2.2.3 Montagem do Carregador de Celular Portátil

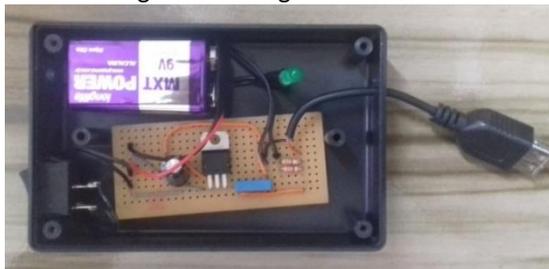
O carregador de celular portátil foi montado de acordo com o esquema apresentado na figura 5.

Figura 5: Esquema elétrico do carregador de bateria de celular.



Conforme mostra a figura 6, uma bateria de 9V foi conectada a uma chave liga/desliga de onde um capacitor foi ligado. Após isso, um regulador de tensão foi ligado para que a tensão não ultrapassasse 5V e então um outro capacitor e um LED foram conectados junto a uma porta USB.

Figura 6: Carregador montado



2.3 Simulação

2.3.1 Teste da Fonte de Alimentação Regulável

Foram realizados dois testes para saber se a fonte regulável estava funcionando corretamente. No primeiro teste foi colocado um multímetro onde foi possível verificar a variação da tensão através do potenciômetro. Conforme mostram as figuras 7 e 8, foi visto que a tensão variou de 1,25V até 16,45V.

Figura 7: Tensão mínima fornecida pela fonte



Figura 8: Tensão máxima fornecida pela fonte



No segundo teste foi feito o ajuste da fonte para 12V e conectada um rádio de carro para que pudesse verificar se o mesmo iria funcionar corretamente. Isso foi possível ver abaixo na figura 9.

Figura 9: Rádio ligado na fonte ajustada em 12V.



2.3.2 Teste do Carregador de Baterias

A bateria utilizada no teste tem a capacidade de armazenamento de 12V e no momento do teste, antes de conectar o carregador, foi obtido o valor de 10,51V. Após ser verificada a tensão armazenada na bateria, o carregador foi ligado e pode-se verificar no multímetro a tensão de 11,22V. Isso se dá, pois a tensão nos seus terminais é pequena, porém quando se conecta o carregador, a diferença entre a tensão do carregador e da bateria é elevada fazendo com que circule uma corrente também elevada. Mas, à proporção que a bateria se carrega, a tensão em seus terminais vai crescendo se contrapondo á tensão do carregador. Com isso, a corrente na bateria vai diminuindo gradativamente até chegar ao final do processo com a corrente bem pequena. Após 74 minutos com o carregador conectado a bateria, foi possível atingir o seu valor completo de 12V, observado na figura 10.

Figura 10: Bateria completamente carregada



2.3.3 Teste do Carregador de Celular Portátil

A bateria foi testada e foi encontrado aproximadamente 9,6V. Quando a chave foi ligada, o LED acendeu e em sua saída foi verificado um valor de tensão de 5V.

Então, o carregador foi conectado a um celular e foi possível verificar que o mesmo estava em estado de carregamento, como é visualizado na figura 11. Após verificar que a bateria do celular estava em estado de carregamento, um teste foi realizado para que pudesse

observar quanto tempo, em média, o celular demoraria a ser carregado. Neste teste o celular atingiu 10% a mais de carga em 38 minutos.

Figura 11: Celular carregando.



Após a montagem de todos os protótipos, uma planilha de custos foi montada para que fosse possível evidenciar uma comparação de quanto foi obtido de economia na realização dos mesmos através do reaproveitamento dos componentes eletrônicos reutilizados.

Na tabela 1, a seguir, são apresentados os valores gastos com os componentes eletrônicos comprados. Já na tabela 2, são mostrados os valores dos componentes que foram reaproveitados da CFL.

Tabela 1: Componentes Eletrônicos Comprados

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	CI LM317	1	R\$1,45	R\$1,45
2	CI 7805	1	R\$1,50	R\$1,50
3	Transformador 220/127V – 12V	1	R\$22,00	R\$22,00
4	LED	2	R\$1,00	R\$2,00
5	Potenciômetro 4k7	1	R\$1,90	R\$1,90
6	Lâmpada Incandescente 15W	1	R\$4,90	R\$4,90
7	Conector	1	R\$2,00	R\$2,00
8	Bateria Alcalina 9V	1	R\$6,80	R\$6,80
9	Chave Liga/Desliga	2	R\$1,80	R\$3,60
10	Caixa Patola	3	R\$2,90	R\$8,70
TOTAL GASTO:			R\$ 54,85	

Tabela 2: Valor dos Componentes Eletrônicos Reaproveitados

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	Diodos In 4007	6	R\$0,20	R\$1,20
2	Capacitor Eletrolítico	4	R\$0,85	R\$3,40
3	Resistores	3	R\$0,25	R\$0,75
4	Indutor	1	R\$3,00	R\$3,00
TOTAL REAPROVEITADO:			R\$8,35	

Conforme os dados apresentados nas tabelas 1 e 2 foi possível obter uma economia de 15,2% ao fazer a reutilização dos componentes eletrônicos existentes nas CFL. Porém houve uma economia muito maior, pois se esses três protótipos apresentados no trabalho fossem comprados, gastaria em média um valor de R\$ 300,00. Então, mesmo possuindo uma baixa economia na relação dos componentes comprados com os componentes reaproveitados das CFL, pode-se verificar que houve uma economia muito maior com a montagem destes protótipos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aquisição e utilização das lâmpadas de LED aumentando, e com os produtos sendo fabricados para durarem menos tempo, entrando no conceito da obsolescência programada, daqui a algum tempo as CFL estarão sem grande utilização no mercado.

Neste projeto foi possível obter a criação de novos produtos com a reutilização dos componentes existentes no interior da CFL. Deste modo, este projeto se mostrou viável e satisfatório em dois critérios: atender a PNRS, mostrando uma forma de tratamento para este tipo de lixo eletrônico onde diminui o impacto provocado pelas CFL no meio ambiente; e no conceito de logística reversa, onde se faz cada vez mais necessária para que se possa dar um novo destino para as CFL, evitando que as mesmas sejam descartadas de qualquer maneira causando um impacto ambiental de forma negativa.

Além da criação de novos objetos a partir da reutilização dos componentes, foi possível ter uma nova observação, pois ainda restaram muitos componentes em perfeito estado presentes nas lâmpadas. Com isso, pode ser possível realizar a criação de mais produtos ou até mesmo fazer um estoque para que possam utilizar esses componentes em experimentos educacionais nas instituições de ensino.

REFERÊNCIAS

FREIRE DOS SANTOS, Péricles. Reciclagem de lâmpadas fluorescentes compactas como ferramenta de iniciação tecnológica de estudantes de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Ciência e Meio Ambiente, Centro Universitário Augusto Motta, 2015.

MIRANDA BACILA, D.; FISCHER, K.; KOLIOCHESKI, M. Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes. Eng. Sanit. Ambient, p 21-30, 2014.

BRASIL. Lei 12.305/10, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <www.planalto.gov.br>, Acesso em 09 jun. 2017, 10:47.

ROCCO CARNEIRO, D.; BACELLAR ZANETI, I.; POMIER LAYRARGUES, P. O Discurso Da Sustentabilidade Das Lâmpadas Fluorescentes: Elas São Realmente “Ecológicas”? V Encontro Nacional da Anppas, p 1-20, 2010.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 8º ed. Rio de Janeiro, Editora LTC, p. 34, 2015.

SOUZA RIBEIRO, Laysa Maria. Resíduo Eletrônico: Uma estratégia para reciclagem das lâmpadas fluorescentes. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Vale de São Francisco, 2016.

Como funcionam os carregadores de baterias (ART448) - O Carregador. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/2630-art448?showall=&start=2>>, Acesso em: 18 out. 2017, 22:51.

Organização:



Realização:

